

**FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO**



# **Dados CAN / OBD2 em tempo real de viaturas auto**

**Hugo Miguel Gomes Ribeiro**

Mestrado Integrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores

Orientador: Sérgio Reis Cunha

Co-orientador: Rui Chambel

29 de Julho de 2015




A Dissertação intitulada


“Dados CAN / OBD2 em Tempo Real de Viaturas Auto”

foi aprovada em provas realizadas em 24-07-2015

o júri

  
Presidente Professor Doutor Joaquim José de Amaral Vieira e Costa  
Professor Auxiliar do Departamento de Engenharia Eletrotécnica e de Computadores  
da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

  
Professor Doutor Armando Carlos Domingues da Rocha  
Professor Auxiliar do Departamento de Eletrónica, Telecomunicações e Informática  
da Universidade de Aveiro

  
Professor Doutor Sérgio Reis Cunha  
Professor Auxiliar do Departamento de Engenharia Eletrotécnica e de Computadores  
da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

O autor declara que a presente dissertação (ou relatório de projeto) é da sua exclusiva autoria e foi escrita sem qualquer apoio externo não explicitamente autorizado. Os resultados, ideias, parágrafos, ou outros extratos tomados de ou inspirados em trabalhos de outros autores, e demais referências bibliográficas usadas, são corretamente citados.

  
Autor - Hugo Miguel Gomes Ribeiro

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto



# Resumo

A Gisgeo Information Systems Lda é uma empresa dedicada ao desenvolvimento de sistemas de informação geográfica esta oferece uma solução para a gestão de frotas de veículos automóveis que permite a empresas e particulares o planeamento e uso eficiente dos seus recursos. A gestão de frotas é efetuada com a instalação de equipamentos capazes de reportar dados georreferenciados através da rede GSM/GPRS nas viaturas dos clientes. Tratando-se de viaturas automóveis é pertinente a extração de mais dados acerca do estado das mesmas com equipamentos capazes de interpretar CAN e OBD.

É pretendido no âmbito deste projeto de dissertação a integração de um novo equipamento com estas capacidades na atual solução sendo necessário um estudo das suas características afim de serem desenvolvidos os módulos necessários no sistema de gestão para que este seja capaz de interpretar, guardar e apresentar os dados enviados pelo novo equipamento.



# Abstract

Gisgeo Information Systems Lda is a company dedicated to the development of geographical information systems and offers a solution to fleet management of automobile vehicles allowing other companies and singulars the efficient usage and planing of their resources. The fleet management is achieved with the installation of GPS and GSM/GPRS able equipments in the client's vehicles. Since there is more information that can be collected related to the status of a vehicle relevant to fleet management the installation, of equipments that extract such data from CAN and OBD.

It is intended as part of this dissertation project the integration of a new CAN and OBD equipment in the existing solution. For that it is necessary to study the characteristics of the equipment allowing the development of the necessary modules in the management system infrastructure so that it can interpret, store and present the data received from the equipment.





# Agradecimentos

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer aos meus amigos e colegas que me ajudaram durante esta etapa do meu percurso académico. Entre estes gostaria de destacar Carlos Pina, Gonçalo Correia, Pedro Araújo e Pedro Nogueira que me acompanharam desde o início desta fase e me mantiveram motivado até à conclusão da mesma.

Gostaria também de agradecer aos meus pais pela oportunidade que me proporcionaram ao incentivar o meu ingresso neste percurso académico.

Agradeço também aos meus orientadores, Sérgio Reis Cunha e Rui Chambel, pela disponibilidade que ofereceram e orientação prestada no decorrer da realização deste projeto.

Por último gostaria de agradecer a toda a equipa da GISGEO que me recebeu e se mostrou também sempre disponível para me ajudar.

*Obrigado*

Hugo Ribeiro



*“Towards thee I roll,  
thou all-destroying but unconquering whale;  
to the last I grapple with thee;  
from hell’s heart I stab at thee;  
for hate’s sake I spit my last breath at thee.”*

Herman Melville



# Conteúdo

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>1</b>
1.1	Motivação . . . . .	1
1.2	Objetivos . . . . .	1
<b>2</b>	<b>Revisão Bibliográfica</b>	<b>3</b>
2.1	Sistemas de Gestão de Frotas . . . . .	3
2.2	Tecnologias de Navegação . . . . .	4
2.2.1	Pilotagem . . . . .	4
2.2.2	Dead Reckoning . . . . .	5
2.2.3	Navegação Astronómica . . . . .	5
2.2.4	Navegação por Radar . . . . .	6
2.2.5	Global Positioning System . . . . .	7
2.3	Tecnologias de Comunicação . . . . .	11
2.3.1	Terrestrial Trunked Radio . . . . .	11
2.3.2	Global System for Mobile Communications . . . . .	12
2.3.3	Transmission Control Protocol & User Datagram Protocol . . . . .	14
2.4	Ligação a Periféricos . . . . .	14
2.4.1	Controller Area Network . . . . .	14
2.4.2	On-board diagnostics . . . . .	17
<b>3</b>	<b>Requisitos</b>	<b>21</b>
3.1	Estrutura do Sistema . . . . .	21
3.1.1	Base de Dados . . . . .	22
3.1.2	Prime Server . . . . .	22
3.1.3	Alert Server . . . . .	22
3.1.4	Plataforma de Gestão GEOCAR . . . . .	22
3.1.5	Backoffice . . . . .	23
3.2	Integração . . . . .	23
3.2.1	Equipamento . . . . .	23
3.2.2	Servidor de Receção . . . . .	24
3.3	Requisitos . . . . .	24
3.3.1	Equipamento . . . . .	24
3.3.2	Servidor de Receção . . . . .	24
<b>4</b>	<b>Desenvolvimento</b>	<b>27</b>
4.1	Equipamento . . . . .	27
4.1.1	Componentes e Características . . . . .	28
4.1.2	Tipos de Informação . . . . .	29

4.1.3	Comunicação . . . . .	30
4.2	Servidor de Recepção . . . . .	33
4.2.1	Protocolo Prime . . . . .	33
4.2.2	Índice de Viaturas/Equipamentos . . . . .	35
4.2.3	Interpretação de Mensagens . . . . .	36
4.2.4	Envio da Informação . . . . .	36
<b>5</b>	<b>Testes e Resultados</b>	<b>41</b>
5.1	Equipamento FM500-Blue . . . . .	41
5.1.1	Configurações do equipamento . . . . .	42
5.1.2	Dados CAN . . . . .	43
5.2	Servidor . . . . .	43
5.2.1	Leitura de Pacotes . . . . .	43
5.2.2	Desempenho . . . . .	45
<b>6</b>	<b>Conclusão e Trabalho Futuro</b>	<b>47</b>
	<b>Referências</b>	<b>49</b>

# Lista de Figuras

2.1	Pilotagem [2]	4
2.2	Dead Reckoning[2]	5
2.3	Navegação Astronómica	6
2.4	Navegação por Radar	7
2.5	Constelação de satélites GPS[3]	8
2.6	Determinação da posição pelo recetor[5]	9
2.7	Estrutura do WAAS	10
2.8	Arquitetura da rede TETRA[10]	12
2.9	Rede GSM[12]	13
2.10	High Speed CAN	15
2.11	Low Speed CAN	15
2.12	Nó CAN	16
2.13	Ficha OBD	18
2.14	Esquema dos pinos	18
3.1	Solução de Gestão GEOCAR	21
3.2	Estrutura do Sistema	22
3.3	Esquema do Equipamento	23
3.4	Servidor de Receção	24
4.1	Equipamento FM500-Blue	27
4.2	Elementos do equipamento FM500-Blue	28
4.3	Processo de Interpretação de Mensagens	36
4.4	Gestão da fila do PrimeServer	37
4.5	Gestão da fila do AlertServer	38
4.6	Gestão da fila da Base de Dados	39
5.1	Resultado da Integração	41
5.2	Resultados com configurações iniciais	42
5.3	Resultados com configurações melhoradas	43
5.4	Dados CAN extraídos	43
5.5	Consumo de Recursos	46





# Lista de Tabelas

2.1	Exemplo de transmissão simultânea pelos Nós 19 e 23 . . . . .	17
2.2	Descrição dos Pinos da ficha OBD-II . . . . .	19
4.1	Tabela de descrição dos elementos da figura 4.2 . . . . .	29
4.2	Pinos da Socket 2x8 . . . . .	29
4.3	Código Impulsos Longos . . . . .	30
4.4	Código Impulsos Curtos . . . . .	30
4.5	Tabela de Eventos do Protocolo Prime . . . . .	34
4.6	Tabela dos IDs de Extras do Protocolo Prime . . . . .	35
5.1	Consumo de Recursos . . . . .	45



# Abreviaturas e Símbolos

2G	Segunda Geração Tecnológica de Telecomunicações Moveis
3GPP	3rd Generation Partnership Project
AGPS	Assisted GPS
BSC	Base Station Controller
BTS	Base Transceiver Station
CAN	Controller Area Network
DMO	Direct-mode Operation
DTC	Diagnostic Trouble Codes
EGNOS	European Geostationary Navigation Overlay Service
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
FEUP	Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
GIS	Geographical Information System
GLONASS	Global Navigation Satellite System
GPRS	General Packet Radio Service
GPS	Global Positioning System
GSM	Global System for Mobile Communications
IMEI	International Mobile Equipment Identity
IMSI	International Mobile Subscriber Identity
IP	Internet Protocol
M2M	Machine to Machine
MMS	Multimedia Messaging Service
MSA	Mobile Station Assisted
MSB	Mobile Station Based
MSC	Mobile Switching Center
OBD	On-Board Diagnostic
PIN	Personal Identification Number
PSTN	Public Switched Telephone Network
Radar	Radio Detection and Ranging
SIM	Subscriber Identity Module
SMS	Short Message Service
TCP	Transmission Control Protocol
TETRA	Terrestrial Trunked Radio
TMO	Trunked-mode Operation
UDP	User Datagram Protocol
WAAS	Wide Area Augmentation System



# Capítulo 1

## Introdução

A Gisgeo Information Systems Lda é uma empresa dedicada ao desenvolvimento de software para sistemas de localização e propôs esta dissertação para ser realizada como parte do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP) com o intuito de integrar novos equipamentos na sua solução de gestão de frotas que sejam capazes de recolher mais dados acerca das viaturas por forma a oferecer um serviço mais completo aos seus clientes.

### 1.1 Motivação

Empresas cujo modelo de negócio esteja dependente da existência de uma frota de automóveis, como o caso de transportadoras e outros prestadores de serviços, estão expostas aos custos inerentes do uso e manutenção das suas frotas. É então pertinente uma solução que permita à empresa gerir fácil e eficazmente os seus ativos. Esta solução é um Sistema de Gestão de Frotas que através da instalação de pequenos equipamentos nas viaturas, fornece uma plataforma sólida que permite às empresas saber o estado e localização da sua frota. Surge então este tema de dissertação que propõe a integração na solução atual de novos equipamentos que possibilitam a extração de mais dados acerca do estado das viaturas fornecendo ainda mais possibilidades às empresas de otimizar o uso das suas viaturas.

### 1.2 Objetivos

O principal objetivo deste projeto é a integração de novos equipamentos na atual solução de gestão de frota automóvel oferecida pela empresa GISGEO, o GEOCAR que se encontra no mercado e conta com centenas de utilizadores. Estes novos equipamentos, após a sua integração no sistema e consequente teste de interoperabilidade, terão como objetivo final serem instalados em automóveis através da ficha OBD2 ou das linhas CAN por forma a recolher dados acerca seu estado. Esta fase é um ponto crucial do projeto pois cada marca de automóveis tende a implementar a sua interpretação dos standards existentes sendo um desafio garantir o mesmo serviço a todas as

viaturas. Após esta instalação dos equipamentos de gestão será então possível consultar o estado e localização das viaturas através da plataforma de gestão da solução, tornando-se possível, por exemplo, a realização das seguintes operações:

- Geração de alertas baseada na informação GPS, CAN e OBD2 recebida dos equipamentos em tempo real como valores elevados de rotações ou temperatura do motor, furto ou consumo anormal de combustível.
- Geração de alertas de modelo de negócio, como a proximidade da próxima inspeção dos veículos que, como os anteriores, podem ser enviados por SMS ou correio eletrónico.
- Consulta da posição atual ou anterior dos veículos.
- Geração de relatórios com informação relevante ao modelo de negócio.
- Envio para dispositivos móveis *Android* de rotas pré-programadas ou para novos destinos.
- Adicionar ou remover novas viaturas à frota e despistar possíveis problemas nos equipamentos instalados.

## Capítulo 2

# Revisão Bibliográfica

Com a modernização das tecnologias de comunicação os sistemas de localização tornaram-se mais populares e acessíveis. Isto potenciou a criação de sistemas de gestão que se apoiam em dados geográficos e no caso particular do sistema explorado nesta dissertação também em dados provenientes do módulo de auto-diagnóstico presente nas viaturas automóveis.

### 2.1 Sistemas de Gestão de Frotas

Os sistemas de gestão de frotas como é exemplo o GEOCAR, oferecido pela GISGEO, são sistemas de informação que permitem ao utilizador interagir com a sua frota de forma expedita e eficiente, sendo característica a existência de mapas digitais onde, em tempo-real, é possível ao utilizador observar o estado e posição de todos os seus veículos. Analisando os dados presentes na plataforma o utilizador pode obter informações que permitem a tomada de decisões por forma a melhorar a eficiência nas deslocações da sua frota permitindo assim obter uma maior produtividade e redução dos custos associados com o uso e manutenção das viaturas. Estando as viaturas permanentemente ligadas ao sistema de gestão permite a oferta de uma proteção contra o roubo das mesmas pois a qualquer momento o utilizador pode saber o estado e localização de todas as suas viaturas. Estes sistemas estão dependentes da instalação de hardware na viatura. Os equipamentos instalados são capazes de obter informação acerca da sua localização através de um módulo GPS, estado da viatura recorrendo à conexão à ficha OBD ou linhas CAN presentes na mesma. Toda esta informação recolhida é então enviada para o servidor central através da rede GSM/GPRS ou usada para a geração de eventos como por exemplo o bloqueio da ignição do automóvel. Como o funcionamento destes sistemas estão dependentes de equipamento instalado nas viaturas e do servidor central qualquer falha tanto nos equipamentos como no próprio servidor compromete a disponibilidade do serviço de gestão.

## 2.2 Tecnologias de Navegação

Navegação é a capacidade de efetuar uma deslocação entre um ponto inicial e um ponto final bem definidos recorrendo maioritariamente à determinação da posição corrente. Para tal existem várias formas de navegação mais ou menos tecnológicas desde a observação de pontos de referência ou astros à navegação por radar ou até o uso de satélites artificiais. Além das diferenças tecnológicas dos vários métodos de navegação existem dois paradigmas acerca de quem determina a posição do objeto móvel, se o próprio, onde estão incluídos a Pilotagem, o *Dead Reckoning*, a Navegação Astronómica e a Navegação por Satélite, ou uma entidade externa ao objeto móvel, o que acontece na Navegação por Radar.

### 2.2.1 Pilotagem

Pilotagem é um método de navegação baseado na observação quer visual quer por radar de pontos de referência de forma a determinar uma posição relativa a esses pontos com a ajuda ou não de cartas, figura 2.1. Esta forma de navegação é utilizada em circunstâncias em que não é necessário o conhecimento da posição exata e depende da capacidade do utilizador, o piloto, de detetar e reconhecer os pontos de referência, quer os previamente conhecidos como os obtidos de mapas[1]. Como este método se prende maioritariamente à observação, más condições de visibilidade impedem uma boa pilotagem sendo necessário recorrer a outras formas de navegação.

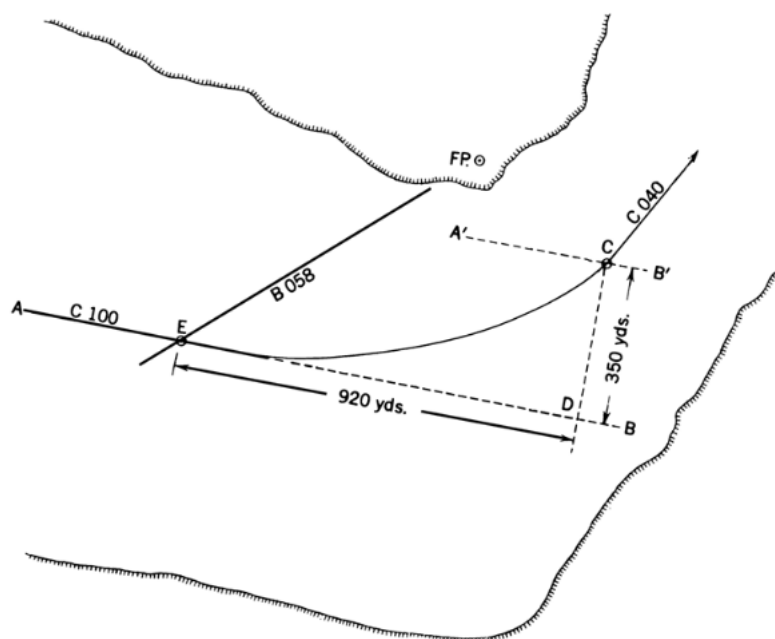


Figura 2.1: Pilotagem [2]



### 2.2.2 Dead Reckoning

O *Dead Reckoning* (navegação estimada) é um método de cálculo ou estimação da posição atual com base numa posição anterior bem definida e no conhecimento das variações da direção e velocidade na deslocação efetuada[2], figura 2.2.

A precisão deste método de localização está fortemente condicionada pela precisão das medições de velocidade e de direção e pelo fato dos erros serem acumulativos. Isto é, como o cálculo de uma nova localização é sempre baseada na que foi calculada anteriormente o erro resultante vai ser a soma dos erros de todas as posições.

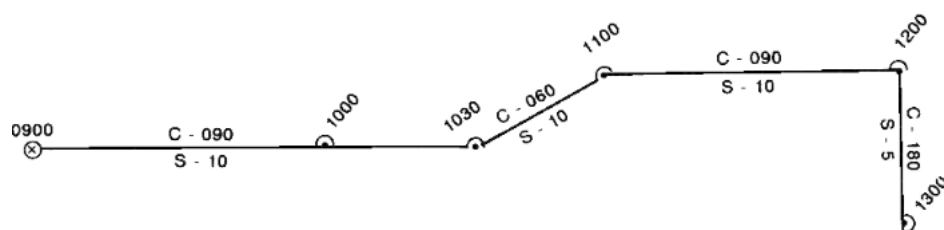


Figura 2.2: Dead Reckoning[2]

Sistemas inerciais que oferecem uma informação muito precisa acerca da direção do deslocamento tiram grande partido deste método de navegação tornando-se em alguns casos um bom complemento para outros sistemas como os de pilotagem que podem recorrer a este para navegar até às proximidades de um próximo ponto de referência caso este não seja ainda passível de ser avistado.

No caso particular dos sistemas de navegação por satélite o *Dead Reckoning* permite ao utilizador continuar a saber a sua localização mesmo quando se encontra em locais onde a informação dos satélites não chega como garagens e túneis.

### 2.2.3 Navegação Astronómica

A navegação astronómica baseia-se na determinação da posição do utilizador através de medidas do ângulo entre a linha de horizonte, o utilizador e um corpo celeste. Este corpo celeste pode ser o Sol, a Lua ou uma das cinquenta e oito estrelas selecionadas cujas coordenadas estão listadas num almanaque náutico. Um dos métodos para determinar uma posição começa por localizar um corpo celeste que se encontra sempre sobre um ponto na superfície terrestre e consultando o almanaque náutico é possível determinar a latitude e longitude desse ponto[2]. Sabendo que o ângulo entre o corpo celestial escolhido e a linha de horizonte está diretamente relacionado com a distancia entre o observador e o ponto resultante da projeção do corpo celestial na superfície terrestre é possível desenhar uma linha, que é um segmento de uma circunferência de grandes dimensões, sobre uma carta náutica sendo que o observador se encontra num sítio qualquer dessa linha, figura 2.3. Com observações de vários corpos é possível intersecar várias linhas sendo o ponto de intersecção a posição do observador.

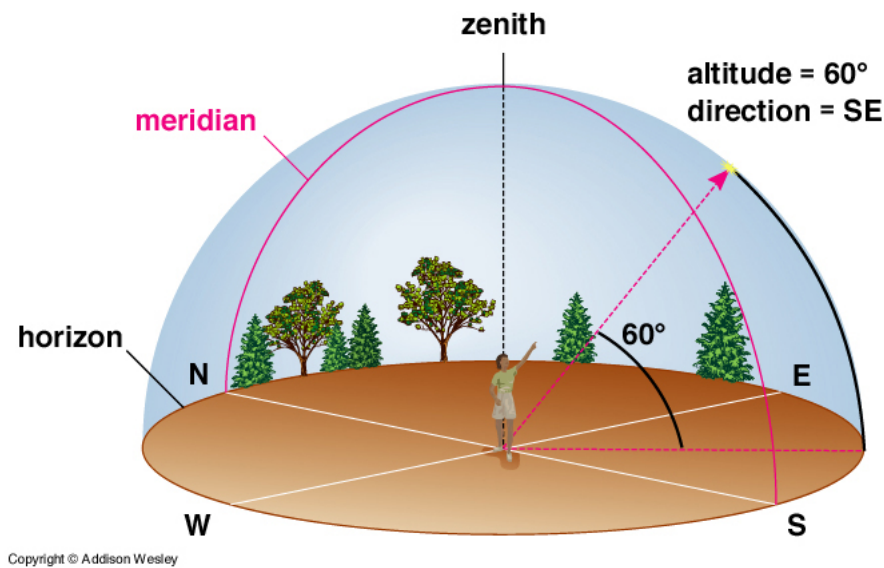


Figura 2.3: Navegação Astronômica

#### 2.2.4 Navegação por Radar

Radar (*Radio Detection and Ranging*) é um sistema que permite detetar a posição e direção de objetos, sendo usado para detetar não só veículos como também formações temporais e terreno[2]. Desenvolvido durante a Segunda Guerra Mundial este sistema baseia-se no uso do eco gerado pela colisão nos objetos das ondas radio enviadas por um transmissor que é captado por um prato ou antena geralmente junto ao local de emissão, podendo operar por vários métodos.

- **Radar de Impulso**  
Permite localizar um objeto não permitindo estimar eficazmente a velocidade do mesmo. Este tipo de radar opera emitindo impulsos rádio escutando entre cada impulso possíveis reflexões do mesmo, podendo esta antena emissora/recetora rodar por forma a rastrear uma área maior.
- **Radar de Onda Contínua**  
Topologia de radar que permite a deteção do estado de movimento de um objeto. Para operar este radar tem de dispor de duas antenas uma apenas responsável pela transmissão de um sinal contínuo e outra direcionada apenas para a receção do mesmo por forma a que não haja interferência é analisada a diferença causada pelo efeito de Doppler entre os sinais, enviado e recebido.
- **Radar de Abertura Sintética**  
Tipo de radar desenhado para ser usado por aeronaves ou satélites que serve para detetar objetos em terra tirando partido do movimento da aeronave ou satélite ao qual está acoplado, para rastrear uma área superior à de que uma antena das mesmas dimensões conseguiria.

- Radar *Phased-Array*

Este radar ao invés dos demais é composto por várias antenas fixas dispostas de forma a que seja possível às mesmas transmitir e receber sinais de diferentes direções não sendo necessário que a antena mude a direção de captação mecanicamente.

- Radares Secundários

A detecção de objetos por parte deste tipo de radar é baseado na escuta de um sinal de resposta e não da reflexão ou eco do sinal transmitido. Semelhante ao radar de impulso este envia sinais, agora chamados de interrogadores, e os objetos ao receberem estes sinais enviam um sinal de resposta que pode conter diversas informações como a identificação, altitude ou posição do objeto. Este tipo de radar permite colmatar alguns problemas dos radares ditos primários como a baixa refletividade das superfícies dos objetos a detetar.

Uma navegação por radar implica por norma que uma entidade externa reporte ao objeto a informação que este determina acerca da sua geolocalização, figura 2.4.

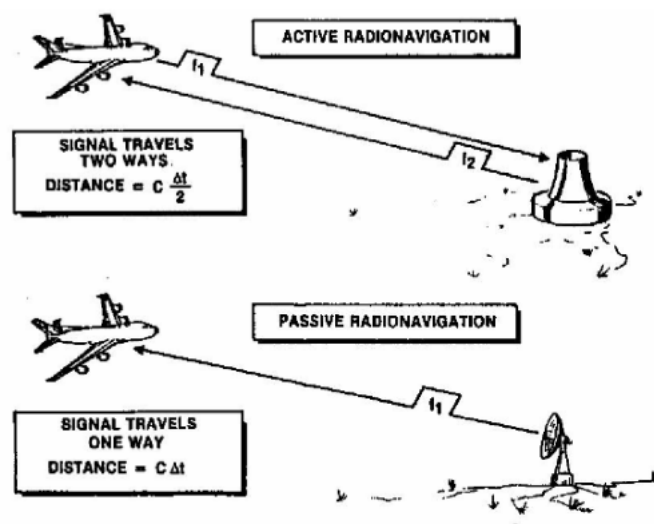


Figura 2.4: Navegação por Radar

### 2.2.5 Global Positioning System

O *Global Positioning System* (GPS) é um sistema de navegação por satélite que permite a obter informação acerca do tempo e localização na superfície terrestre desde que haja uma linha de visão a pelo menos quatro satélites[3]. O projeto de desenvolvimento do sistema GPS teve início em 1973 nos Estados Unidos com o objetivo de ultrapassar as limitações dos sistemas de navegação anteriores. Este sistema baseado originalmente em vinte e quatro satélites ficou completamente operacional em 1995 e contempla o uso militar, comercial e civil estando este último disponível a qualquer pessoa que possua um dispositivo recetor[3]. Existem também outras implementações de sistemas de navegação por satélite como o GLONASS, GALILEO e o COMPASS. O GLONASS,

*Global Navigation Satellite System*, é um sistema russo cujo desenvolvimento teve início em 1976 e que utiliza uma constelação de 24 satélites artificiais com cobertura global que orbitam a altitudes inferiores à dos satélites do sistema de GPS. O GALILEO, o sistema de navegação por satélite europeu nomeado após o astrónomo italiano Galileo Galilei, este ainda em desenvolvimento[4]. O COMPASS ou *BeiDou-2* é um sistema de navegação por satélite chinês formado por trinta e cinco satélites dos quais cinco são geoestacionários para suportar uma implementação anterior o BeiDou-1, semelhantes aos outros sistemas de satélites este também oferece uma cobertura global. Atualmente existem no mercado equipamentos que suportam GPS como também GLONASS e estão preparados para receber GALILEO aferindo medições mais rápidas e precisas pois têm à sua disposição a informação de mais satélites[4].

A constelação dos satélites do sistema de GPS, representada na figura 2.5, é composta por seis planos orbitais a 20.200Km de altitude e com uma inclinação de  $55^\circ$  em relação ao equador. Cada satélite GPS contém relógios atômicos e emissores de ondas eletromagnéticas que são utilizados para o envio, para os recetores, da informação acerca do posicionamento e tempo do satélite[3].

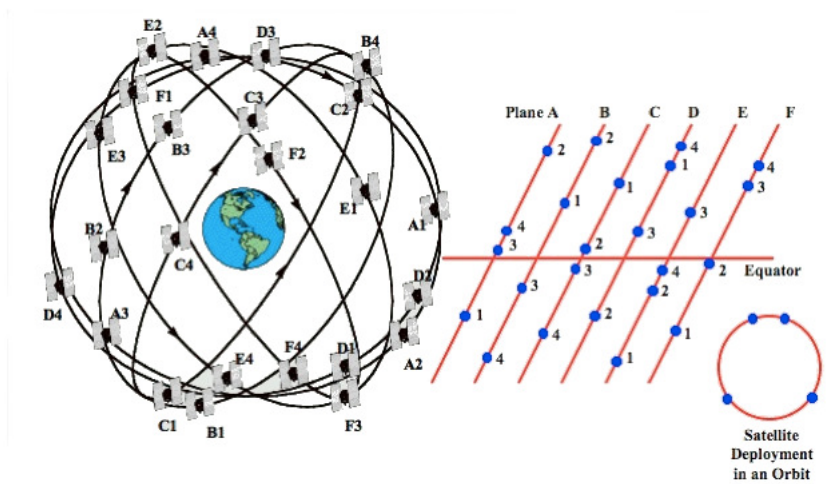


Figura 2.5: Constelação de satélites GPS[3]

Para determinar a sua posição o recetor calcula o tempo que as ondas enviadas pelo satélite demoram a chegar e, sabendo a velocidade de propagação das ondas, determina a sua distância ao satélite. Com esta informação o recetor sabe que se encontra na superfície de uma esfera centrada no satélite sendo o raio a distância entre ambos. Para resolver esta ambiguidade o recetor processa então a informação de um segundo satélite desenhando uma nova esfera que se intersecta com a primeira. É necessária então a informação de mais um satélite para se determinar onde as três esferas se intersectam, figura 2.6, sendo essa a posição onde o equipamento recetor se encontra[3].

Esta posição é tão precisa quanto mais preciso for o cálculo do raio das esferas, levando à utilização de informação de mais satélites com o intuito de sincronizar os relógios pois, por norma, os recetores não estão equipados com relógios atômicos o que gera erros no cálculo do tempo que as ondas demoram a chegar ao recetor[3]. Não só erros de sincronização podem ocorrer, visto que a velocidade de propagação das ondas eletromagnéticas não é o mesmo em todos os meios,

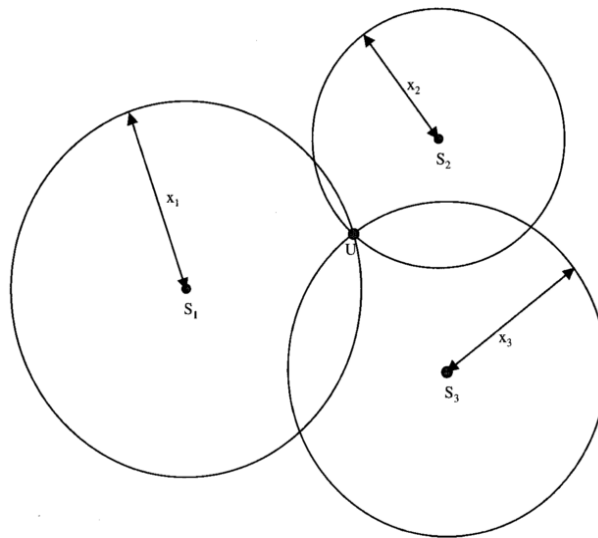


Figura 2.6: Determinação da posição pelo recetor[5]

loais com muita vegetação ou meios citadinos com infraestruturas elevadas podem atrasar o sinal enviado ocorrendo também em alguns casos reflexões da própria onda o que vai inevitavelmente adulterar os cálculos efetuados pelo recetor que não possui forma de os corrigir ou validar.

#### 2.2.5.1 GPS Assistido

A primeira obtenção de posição por parte de um recetor é a mais crítica pois o mesmo não possui nenhum ponto de referência. Por forma a reduzir este tempo de encontro da primeira posição é usado o sistema de GPS Assistido (A-GPS) que disponibiliza informação acerca dos satélites ou facultam uma primeira localização do recetor. Os equipamentos recetores GPS podem então recorrer a redes distintas para recolher informação acerca da sua localização como, por exemplo, a rede celular que pode assistir a fixação de posição de duas formas[6]:

- *Mobile Station Assisted (MSA)*

Neste modo de operação o equipamento recebe ajuda na aquisição da sua posição. O servidor A-GPS regista continuamente informação GPS proveniente dos satélites e quando recebe um pedido do equipamento móvel usa essa informação para calcular a posição do aparelho e envia-a.

- *Mobile Station Based (MSB)*

Neste modo de operação o servidor de A-GPS apenas envia informação acerca das posições dos satélites que o equipamento móvel utiliza para calcular a sua posição.

Existe uma outra solução utilizada pelos equipamentos recetores GPS que em vez de recorrer ao serviço de A-GPS diretamente, guarda a sua última posição a qual posteriormente é utilizada para o cálculo quando inicia uma nova sessão.

### 2.2.5.2 Wide Area Augmentation System

O *Wide Area Augmentation System* (WAAS) é um sistema de ajuda à navegação aérea desenvolvido para potenciar o GPS com melhor precisão, integridade e disponibilidade permitindo às aeronaves confiarem neste sistema. O WAAS é composto por uma rede de bases terrestres e de satélites geoestacionários, ilustrada na figura 2.7. As estações terrestres recolhem informação acerca do estado dos sinais emitidos pelos satélites GPS bem como dos próprios satélites WAAS para garantir a integridade da sua emissão.[7] Estas medições são enviadas para as estações centrais, por meios terrestres, onde ocorre o cálculo de dois tipos de correções, as rápidas e as lentas.

- As correções rápidas são principalmente referentes a erros na posição e desvios de relógio dos satélites GPS e são consideradas independentes da posição do recetor podendo ser usadas diretamente pelos mesmos.
- As correções lentas referem-se a estimativas acerca das efemérides, erros de relógio e informação relativa a atrasos nos sinais ocorridos na ionosfera. Um recetor tira partido destas correções após uma primeira fixação de posição utilizando-as para aumentar a sua precisão, e com estas correções isto é relevante pois estas dependem da posição do equipamento que após saber a sua localização determina por que zonas da ionosfera passaram os sinais emitidos pelos satélites GPS e aplica as devidas correções referentes a essas zonas caso estas existam.

Após o cálculo das correções as centrais encarregam-se de as enviar para os satélites geoestacionários WAAS que as emitem de volta para a superfície permitindo aos recetores GPS, que suportem WAAS, computar a sua posição com as respetivas correções obtendo assim um resultado mais preciso.

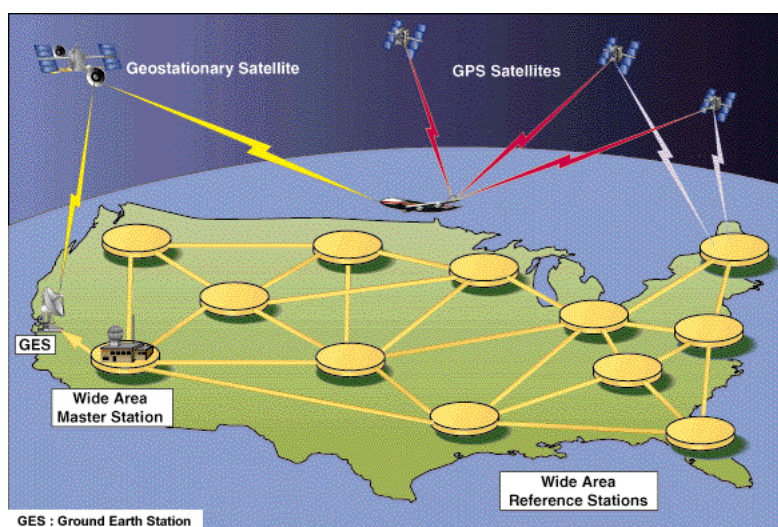


Figura 2.7: Estrutura do WAAS



### 2.2.5.3 European Geostationary Navigation Overlay Service

O *European Geostationary Navigation Overlay Service* (EGNOS) é o primeiro sistema de navegação por satélite europeu sendo a sua principal função melhorar os sistemas de navegação GPS, GLONASS e Galileo na Europa em aplicações críticas como a aviação. Este tem uma estrutura semelhante ao americano WAAS, estando dividido nos segmentos terrestre, espacial e utilizador. O segmento terrestre do sistema EGNOS consiste em estações de monitorização de satélites GPS, GLONASS e Galileo que estão ligados de forma redundante a várias estações de controlo[8].

As estações de controlo com a informação recebida determinam a integridade, desvios orbitais bem como o atraso gerado na ionosfera e encaminham estes dados para uma estação responsável pela transmissão destes dados para os satélites geoestacionários, componentes do segmento espacial. Estes satélites transmitem as mensagens recebidas de volta da a superfície terrestre utilizando as frequências e modelações do sistema GPS. Dentro do segmento do utilizador temos apenas um equipamento recetor de sistema de navegação por satélite preparado para utilizar EGNOS que extrapola a sua posição tirando partido das correções fornecidas.

Devido à baixa elevação dos satélites geoestacionários EGNOS a receção dos dados enviados pelos mesmos torna-se particularmente limitada em zonas urbanas e do norte europeu. Levando à criação de um serviço na Internet estando disponível para os utilizadores terrestres uma nova forma de receber as informações contidas nos sinais EGNOS.

## 2.3 Tecnologias de Comunicação

Faz parte de uma solução de gestão de frotas o conhecimento em tempo real do estado e posição dos veículos, daí que é importante que os equipamentos instalados sejam capazes de transmitir essas mesmas informações. Maioritariamente esta comunicação é apenas entre um equipamento e um servidor central, tratando-se então de uma comunicação *Machine to Machine* (M2M).

### 2.3.1 Terrestrial Trunked Radio

O *Terrestrial Trunked Radio* (TETRA) é uma especificação da *European Telecommunications Standards Institute* (ETSI) publicada pela primeira vez em 1995 para comunicações radio bidirecionais destinado ao uso governamental, serviços públicos de segurança e emergência. Sendo estas aplicações críticas a nível de segurança, o TETRA permite a comunicação a encriptação da transmissão, bem como do conteúdo da mensagem transmitida estando também os equipamentos sujeitos a um processo de autenticação na rede a que se conectarem[9]. Esta tecnologia permite tanto uma comunicação ponto-a-ponto como multi-ponto fazendo uso de dois modos operacionais.

- *Direct-mode Operation* (DMO) Modo operacional de comunicação direta entre equipamentos bastando que os mesmos se encontrem ao alcance uns dos outros. Através do DMO é também possível a comunicação entre equipamentos que estejam fora de alcance usando outros equipamentos que esteja ao alcance, como retransmissores.

- *Trunked-mode Operation (TMO)* Neste modo de operação a comunicação entre equipamentos é intermediada por estações base que se encarregam da comutação das ligações. Aqui, dando-se o caso de um equipamento não conseguir alcançar a estação base, é também possível ao mesmo usar DMO para aceder à estação base por meio de ligação a outros equipamentos que servem então de *gateway*.

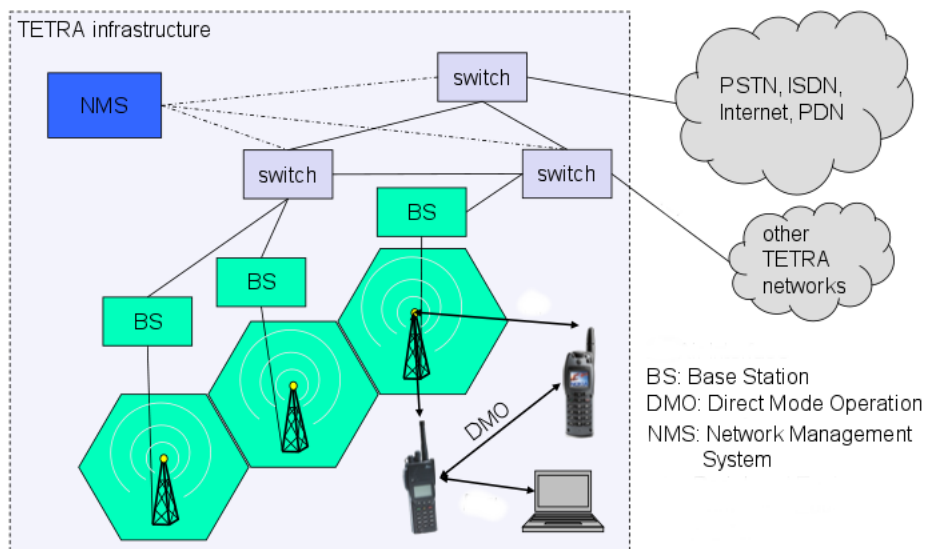


Figura 2.8: Arquitetura da rede TETRA[10]

Através destes modos é então possível a troca de mensagens e a comunicação por voz entre terminais podendo até ser estabelecida uma chamada telefónica convencional, *full-duplex*, entre os terminais ou até mesmo para a rede telefónica pública (PSTN) estando uma estação base TETRA responsável pela conexão à PSTN pela qual o equipamento estabelece a chamada. O TETRA também suporta a comutação de pacotes admitindo taxas de transmissão de 7.2 kbit/s.

### 2.3.2 Global System for Mobile Communications

*Global System for Mobile Communications (GSM)* é o *standard* para a descrição dos protocolos da rede telefónica celular digital (2G) desenvolvido pela *European Telecommunications Standards Institute (ETSI)*. Para se ligar a uma rede GSM um terminal precisa de um cartão *Subscriber Identity Module (SIM)* que possui o número atribuído pela operadora bem como o *International Mobile Subscriber Identity (IMSI)*. Cada terminal é também identificado pelo seu *International Mobile Equipment Identity (IMEI)*, identidades que após o utilizador introduzir o seu *Personal Identification Number (PIN)* são usadas pelo terminal para se autenticar na rede GSM permitindo ao mesmo efetuar e receber chamadas e mensagens.

Para efetuar uma chamada de voz o equipamento digitaliza e comprime o sinal que recebe do microfone que e envia-a para a *Base Transceiver Station (BTS)* que opera a célula onde o mesmo se encontra. A arquitetura baseada em células permitem a mobilidade e a partilha do meio com outros



equipamentos devido ao reaproveitamento das gamas de frequência em diferentes células não adjacentes. Por sua vez a estação BTS está ligada a uma estação de controlo, *Base Station Controller* (BSC), que gere a distribuição de ligações de várias BTS. Estes controladores estão conectados à central *Mobile Switching Center* (MSC) onde ocorre a autenticação dos equipamentos móveis e onde é efetuada a ligação das chamadas aos destinatários[11], visível na figura 2.9. Com o GSM

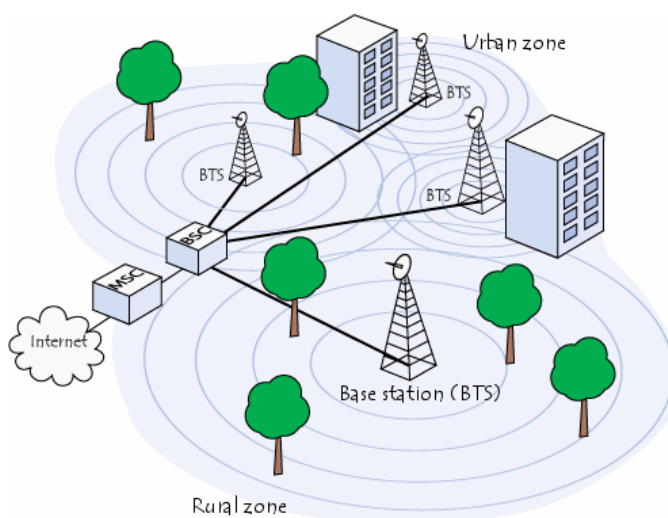


Figura 2.9: Rede GSM[12]

é possível também o envio de pequenas mensagens de texto chamadas *Short Message System* (SMS) e efetuar chamadas de dados que após um período de estabelecimento de ligação permitem o acesso à Internet através do terminal. Este método de conexão oferece uma taxa de transmissão máxima de 9,6 kbit/s e requer sempre um período de estabelecimento de ligação a cada nova conexão por não se estabelecer uma ligação permanente à rede.

#### 2.3.2.1 General Packet Radio Service

*General Packet Radio Service* (GPRS) é um serviço que opera sobre uma rede GSM de segunda geração ou superior e permite a comunicação através de pacotes. Este foi inicialmente standardizado pela ETSI sendo atualmente mantida pela *3rd Generation Partnership Project* (3GPP)[13] e é taxado com base no volume de dados transferido ao invés dos sistemas de comutação de circuitos que são taxados com base no tempo de utilização como é o caso das chamadas de dados GSM. A estrutura do GPRS permite já que é um sistema de comutação de pacotes, usar vários protocolos orientados para a comunicação como o *Transmission Control Protocol* (TCP) e *User Datagram Protocol* (UDP) que operam sobre a camada protocolar *Internet Protocol* (IP). Com o GPRS é possível uma ligação permanente à Internet (não havendo tempo de espera a cada nova conexão) com taxas de transmissão entre 40 kbib/s e 144 kbit/s.

### 2.3.3 Transmission Control Protocol & User Datagram Protocol

TCP e o UDP são utilizados para encapsular uma mensagem que se deseja enviar em pacotes possibilitando que a mesma seja enviada através de uma rede IP.

O TPC é um protocolo orientado à conexão que permite que seja estabelecida uma ligação entre duas aplicações em que os pacotes são enviados de forma ordenada com verificação de erros e retransmissão, quando necessário garantindo a integridade do conteúdo enviado. Para tal este protocolo opera em três estados, estabelecimento de ligação (onde o protocolo tenta estabelecer uma sessão fidedigna para que possa haver transmissão de informação), transferência de dados (após a criação da sessão é possível então a transmissão dos conteúdos) e por último, a fase de finalização da ligação (terminada a emissão de dados) é encerrando então a sessão entre os dois clientes[14].

O UDP, ao contrário do anterior, é um protocolo não orientado à conexão pelo que não garante a entrega dos pacotes nem a sua ordenação ou duplicação; apenas garante a integridade dos dados através de *checksums* mas não efetua qualquer retransmissão pois não existe ligação entre o emissor e o recetor[15]. Através deste protocolo as aplicações podem enviar informação sem que seja necessária a criação de uma sessão ou canal exclusivos, o que pode ser explorado em casos em que a perda de um pacote é preferível ao tempo de espera por pacotes em atraso.

## 2.4 Ligação a Periféricos

Os automóveis modernos possuem diversos módulos de controlo eletrotécnicos sendo tipicamente o mais importante o do motor. Vários destes módulos podem operar de forma independente, formando subsistemas fechados, outros necessitam de comunicar com módulos vizinhos, sensores e atuadores tornando-se necessário que exista uma infraestrutura que permita estas mesmas comunicações.

### 2.4.1 Controller Area Network

A *Controller Area Network* (CAN) ou CAN bus é um *standard* para barramentos de dados para veículos desenvolvido em 1983 pela *Robert Bosch GmbH* sendo lançado mais tarde em 1986[16]. Este permite a vários dispositivos (sensores, atuadores ou processadores) usualmente presentes num veículo automóvel comunicarem através de um protocolo de mensagens numa rede de comunicação série, bit a bit, sem a presença de um anfitrião. Todos os nós podem, a determinado momento iniciar a transmissão de informação.

#### 2.4.1.1 Arquitetura

A arquitetura CAN como mencionado anteriormente é representada por um barramento série que permite interligar as várias unidades de controlo eletrotécnico presentes num automóvel, sendo que estes dispositivos podem ser mais ou menos sofisticados desde simples equipamentos de entrada e saída a computadores embutidos com software complexo. Estes nós, presentes no

barramento, podem também servir de *gateway* permitindo a computadores *standard* comunicar com os diversos nós na rede CAN.

Nesta rede TODOS os nós estão ligados entre si através de um cabo de par trançado de  $120\Omega$  de impedância nominal segundo duas possíveis configurações *High Speed CAN* (ISO 11898-2) e a *Fault Tolerant CAN* (ISO 11898-3). Ambas as configurações requerem que a tensão no barramento esteja compreendida entre um valor mínimo e máximo não estando descrito na especificação como o fazer.

- A *High Speed CAN* utiliza um barramento singular terminada em ambas as pontas com uma impedância de  $120\Omega$ , para evitar reflexões dos sinais, sendo geralmente utilizada em aplicações industriais e automóveis em que o barramento percorre todo o sistema, figura 2.10.

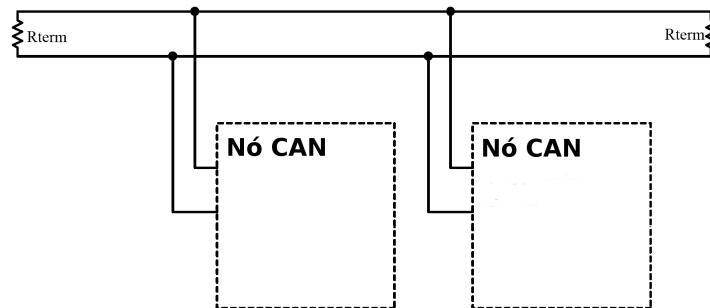


Figura 2.10: High Speed CAN

- A *Fault Tolerant CAN* ou *Low Speed CAN* interliga os vários nós numa rede em estrela estando terminada em cada nó por uma fração da impedância total do barramento nunca menor do que  $100\Omega$ , sendo utilizada em situações que requerem que grupos de nós estejam ligados entre si, figura 2.11.

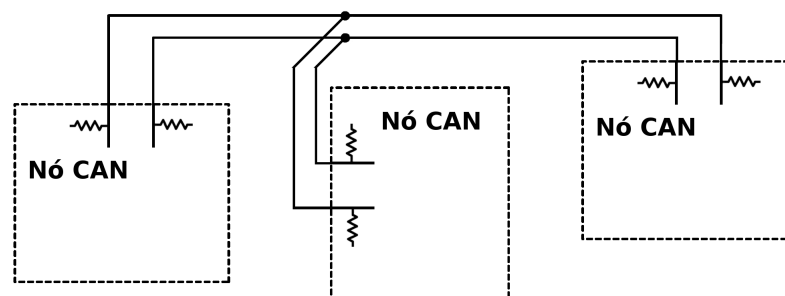


Figura 2.11: Low Speed CAN

Os nós são constituídos conceptualmente por três partes, a unidade de processamento central, o controlador CAN por vezes incluído na anterior e o transceptor, figura 2.12. A unidade de processamento encarrega-se da leitura das mensagens recebidas e decisão do que deve enviar, podendo estar ligada a sensores ou atuadores. O controlador CAN encarrega-se de guardar os bits recebidos do barramento série até que possua uma mensagem completa que é depois passada à unidade de processamento central. Este também se encarrega de enviar, bit a bit, as mensagens que a unidade de processamento deseja enviar. Por fim o transceptor definido na ISO 11898-2/3 tem como função a de fornecer ao controlador CAN o acesso ao meio (o barramento série).

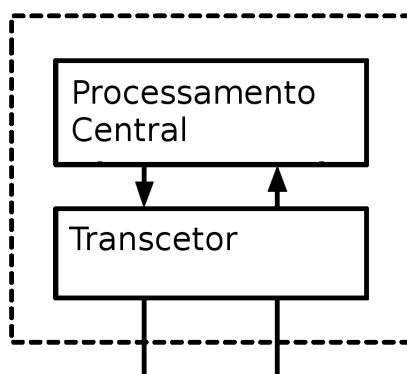


Figura 2.12: Nó CAN

#### 2.4.1.2 Transmissão de Dados

A transmissão de dados na CAN é feita bit a bit sem perdas com resolução de colisões e requer que todos os nós da rede estejam sincronizados com a amostragem de cada bit não se tratando de uma transmissão síncrona pois não existe um sinal de relógio nem as mensagens respeitam esse formato. Na transmissão são usados os valores lógicos 0 e 1 referidos como bits dominantes e bits recessivos respetivamente, estes nomes estão associados ao mecanismo de resolução de colisões. Considera-se que há colisão quando um nó transmite um bit dominante e outro um bit recessivo e esta é resolvida de imediato resultando que o nó que transmitiu o bit dominante continua a sua transmissão e o nó emissor do bit recessivo cessa de imediato a sua transmissão e tenta retransmitir a mesma seis bits após o fim da mensagem enviada pelo nó dominante[17]. Isto requer que todos os nós escutem o meio incluindo a sua própria transmissão por forma a determinar se ocorre uma colisão. Quando todos os nós transmissores enviam o valor 1 este é visto por todos os nós no barramento não sendo detetada nenhuma colisão, o mesmo acontece se todos os nós enviarem o valor 0 este é visto por todos os nós e não é detetada nenhuma colisão. No caso em que vários nós transmitem o valor 0 e os restantes o valor 1 o valor observado por todos os nós no barramento é o valor 0 e a colisão é detetada por todos os nós que transmitiram o valor 1 pois o valor observado não corresponde ao emitido e estes terminam então a sua transmissão (exemplo na tabela 2.1). Este processo vai-se repetindo até que esteja apenas um nó a transmitir. Como nas mensagens CAN os primeiros bits transmitidos correspondem ao identificador do equipamento isto significa

que este método prioriza a transmissão de dados dos equipamentos com o identificador mais baixo por os mesmos iniciarem a sua transmissão com maior número de bits dominantes.

	Valor transmitido										
Nó #19	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
Nó #23	0	0	0	0	0	0	1	0	1	-	-
Valor no Barramento	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1

Tabela 2.1: Exemplo de transmissão simultânea pelos Nós 19 e 23

### 2.4.1.3 Trama de Dados

Existem dois formatos e quatro tipos de tramas que podem ser usadas numa transmissão na rede CAN, sendo que a nível do formato estas apenas diferem no tamanho do identificador que pode ter um comprimento de 11 bits, *base frame*, ou um comprimento de 29 bits, *extended frame*. Dentro destes formatos temos então os quatro tipos de mensagens: as *data frames* que contêm a informação que o nó deseja enviar, as *remote frames* tramas usadas para a requisição de informação a um nó, as *error frames* que são transmitidas quando um nó deteta algum erro e, por último, as *overload frames* usadas para inserir atrasos entre tramas do tipo *data* ou *remote*[18].

As *data* e *remote frames* são sempre precedidas de pelo menos três bits recessivos que constituem o chamado *interframe space*, espaço entre tramas, ocorrendo o início de uma trama a quando da deteção de um bit dominante. Esta adição de prefixo não se verifica nas tramas *overload* e *error frames* que no caso particular das *overload frames* não necessitam sequer de qualquer espaço entre elas.

### 2.4.1.4 Stuffing

Durante a transmissão de mensagens, para que seja mantida a sincronização dos nós, é efetuada de cinco em cinco bits consecutivos iguais a operação de bit *stuffing* que consiste na inserção de um bit de polaridade inversa à do que despoleta a mesma, estando excluídos deste tratamento campos de tamanho fixo como bits correspondentes ao CRC, ACK e os delimitadores de trama[18]. O bit de *stuffing* é mais tarde retirado pelos recetores que detetam o *stuffing* recuperando a mensagem original pronta a ser processada. Este mecanismo de sincronização por recurso à operação de *stuffing* permite também a deteção de alguns erros na transmissão. Não podem ocorrer seis ou mais bits consecutivos iguais numa trama (excetuando os campos onde não é efetuado o *stuffing*) e, quando isto é detetado, os nós assumem que houve erro na transmissão. Com esta política um nó pode ativamente transmitir seis bits consecutivos dominantes sinalizando outros da ocorrência de erro.

## 2.4.2 On-board diagnostics

*On-board diagnostics* (OBD) é o sistema de auto-diagnóstico que está presente na maioria das viaturas automóveis este permite obter relatórios sobre o estado dos vários componentes do

mesmo. Nos anos 70 e 80 os fabricantes de automóveis começaram a utilizar dispositivos eletrônicos para controlar e diagnosticar problemas no motor dos automóveis. As primeiras versões deste sistema forneciam pouca informação acerca do estado da viatura, apenas reportavam a existência de um problema e não informação acerca do mesmo, como por exemplo o acender de uma luz *CHECK ENGINE* no tablier da viatura caso algum problema fosse detetado no motor[19].

Estes sistemas ficaram cada vez mais sofisticados e foi introduzido o OBD-II como *standard*. Este permite um controlo e análise quase total dos componentes do automóvel como também da própria rede de diagnóstico.

O *standard* OBD-II especifica o formato do conector de diagnostico, o esquema de pinos da ficha, os protocolos de sinalização e também os formatos das mensagens que podem ser trocadas onde viaja a informação acerca dos parâmetros que estão a ser monitorizados pelas linhas de diagnostico.

#### 2.4.2.1 Conector OBD-II

O conector OBD-II ou *SAE J1962*, figura 2.13, é uma interface de dezasseis pinos do tipo fêmea dispostos em duas linhas de oito pinos que deve estar instalado junto ao lugar do condutor.



Figura 2.13: Ficha OBD

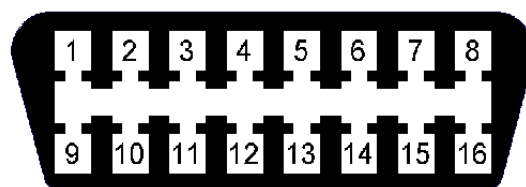


Figura 2.14: Esquema dos pinos

Na tabela 2.2 está apresentada a descrição/funcionalidade de cada pino da ficha segundo o *SAE J1962*, estando os protocolos mencionados descritos na subsecção seguinte:

#### 2.4.2.2 Protocolos

Existem cinco protocolos que podem ser utilizados na interface OBD-II porem os fabricantes de veículos automóveis optam maioritariamente por utilizar apenas um. O qual pode ser facilmente identificado bastando analisar quais os pinos presentes no conector.

- SAE J1850 PWM

Protocolo *standard* da *Ford Motor Company* que apresenta uma mensagem com tamanho máximo definido de doze bytes que são transmitidas com uma modulação de largura de pulso a 41.6 *kbit/s*.

Pin	Descrição
1	À descrição do fabricante
2	Linha positiva do barramento do <i>SAE J1850</i>
3	À descrição do fabricante
4	Massa do <i>chassis</i>
5	Massa de sinal
6	Linha CAN-High da <i>ISO 15765-4</i> e <i>SAE J2284</i>
7	Linha K da <i>ISO 9141-2</i> e <i>ISO 14230-4</i>
8	À descrição do fabricante
9	À descrição do fabricante
10	Linha negativa do barramento do <i>SAE J1850</i>
11	À descrição do fabricante
12	À descrição do fabricante
13	À descrição do fabricante
14	Linha CAN-Low da <i>ISO 15765-4</i> e <i>SAE J2284</i>
15	Linha L da <i>ISO 9141-2</i> e <i>ISO 14230-4</i>
16	Potencial da bateria

Tabela 2.2: Descrição dos Pinos da ficha OBD-II

- SAE J1850 VPW

Semelhante ao anterior este é um *standard* da *General Motors* e pode apresentar taxas de transmissão de 10.4 a 41.6 *kbit/s*.

- ISO 9141-2

Protocolo assíncrono que opera da uma taxa de 10.4 *kbit/s* semelhante ao protocolo RS-232, vulgo porta série, com um tamanho máximo de mensagem de 260 Bytes.

- ISO 14230 KWP2000

Protocolo semelhante aos descrito no ponto anterior que opera a uma taxa que pode variar entre 1.2 a 10.4 *kbit/s*.

- ISO 15765 CAN

Protocolo CAN apresentado na secção anterior, este que se encontra também acessível na ficha OBD-II.

### 2.4.2.3 Diagnostic Trouble Codes

O *standard* SAE J1979 define um método para o pedido de dados de diagnóstico os *Diagnostic Trouble Codes* (DTC) que são mensagens de pedidos à rede de diagnóstico, isto é, através dos DTCs é possível ao utilizador saber ativamente o estado dos componentes do veículo pois estes permitem que se faça interrogações específicas ao sistema levando a que os seus componentes transmitam mais informação para além das já enviadas por defeito e dos alertas. Os DTC são simples mensagens de quatro dígitos precedidas de uma letra que indica o grupo de componentes sobre os quais se pretende obter mais informação[20]. A letra P (*Powertrain*) indica um pedido

acerca do motor e/ou da transmissão. A letra B (*Body*) indica um pedido a por exemplo sensores de temperatura da cabine, estado do auto-radio, luzes, ar condicionado, etc. A letra C (*Chassis*) engloba pedidos acerca do estado de *chassis* do veículo, travões, velocidade das rodas, suspensão, etc. Por fim a letra U (*Network*) que precede pedidos acerca do estado da rede de diagnóstico.



## Capítulo 3

# Requisitos

Neste capítulo encontra-se descrito a estrutura atual da solução GEOCAR da GISGEO bem como o que é esperado da integração do novo equipamento na solução atual de gestão.

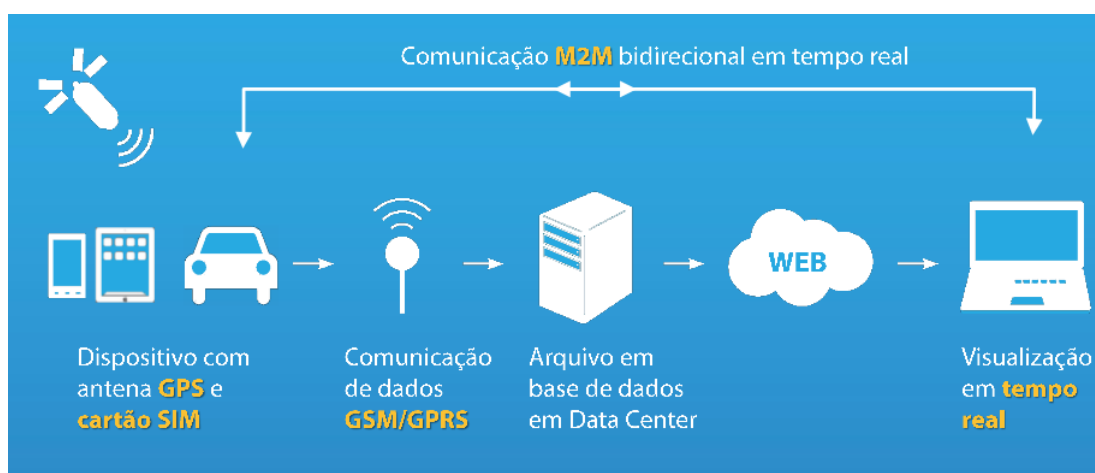


Figura 3.1: Solução de Gestão GEOCAR

A solução GEOCAR permite ao gestor, cliente que contrata o serviço à GISGEO, saber o estado e localização das suas viaturas em tempo real através de uma plataforma web online. Isto é conseguido com recurso à instalação nas viaturas de equipamentos completamente transparentes ao condutor que comunicam com os servidores da GISGEO reportando a sua posição e informações CAN e OBD recolhidas do veículo.

### 3.1 Estrutura do Sistema

O Sistema de Gestão de Frotas está conceptualmente dividido em módulos: a Base de Dados, o *Prime e Alert Server* e a plataforma *GEOCAR* e o *Backoffice*. Externamente tem para cada tipo de equipamento um servidor próprio que interage com os mesmos e transmite os dados recebidos para a parte interna do sistema.

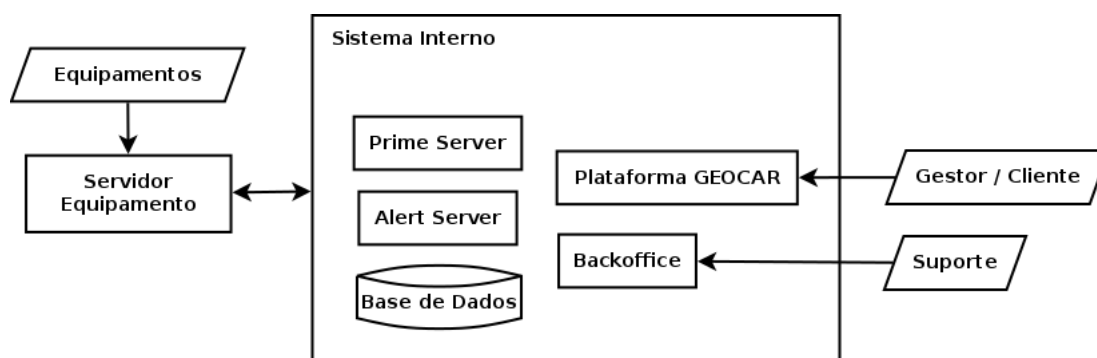


Figura 3.2: Estrutura do Sistema

### 3.1.1 Base de Dados

A Base de Dados é um ponto fundamental do sistema pois aqui são guardados e consultados todos os dados operacionais, como os registos dos veículos, a que empresa/cliente pertencem, alertas associados, dados recolhidos pelos equipamentos e contas de utilizadores, gestores e administradores tanto da plataforma de gestão como do *Backoffice*.

### 3.1.2 Prime Server

O *Prime Server* é responsável por receber informação proveniente dos servidores externos verificar a sua integridade e validade, por exemplo se o equipamento que transmitiu a mensagem pertence aos equipamentos instalados pela GISGEO ou pelos seus representantes e por fim gerar e enviar a instrução para a inserção da informação recebida na Base de Dados. Em suma o *Prime Server* serve de intermediário entre a Base de Dados e os servidores que recebem os dados dos equipamentos.

### 3.1.3 Alert Server

O *Alert Server* que também recebe informação dos servidores externos trata da deteção e envio dos alertas associados aos veículos registados na Base de Dados. Isto é, se um veículo tiver associado a um determinado alerta, por exemplo alertas de condução indevida como o excesso de velocidade, este módulo ao detetar essa ocorrência encarrega-se de enviar um email ou um SMS para o condutor, ou para o gestor da frota, conforme o alerta estiver programado.

### 3.1.4 Plataforma de Gestão GEOCAR

Esta é a plataforma que permite ao gestor, neste caso quem contrata o serviço, obter informação dos dados recolhidos nas viaturas presentes na Base de Dados. Esta informação é apresentada através de mapas interativos, listas e relatórios, onde é possível ver onde se encontra a viatura ou grupos de viaturas bem como o seu estado, consumos e outros dados logísticos.

### 3.1.5 Backoffice

O *Backoffice* é a plataforma de controlo, supervisão e suporte do sistema de gestão permitindo uma interação direta com a informação presente na Base de Dados. É através desta plataforma que é possível adicionar novos clientes e onde é efetuada a associação ou alteração de equipamento a viatura, sendo possível a cada momento saber o estado em que os mesmos se encontram permitindo despistar possíveis problemas com o estado dos equipamentos instalados. O *Backoffice* é também responsável por manter informados os módulos *Prime Server*, *Alert Server* e todos os servidores de receção das alterações ocorridas nos registos veículo/equipamento presentes na Base de Dados garantindo que nestes módulos está sempre presente uma lista em memória com todos os veículos e equipamentos ativos no sistema.

## 3.2 Integração

A integração de um novo equipamento no atual Sistema de Gestão reside na capacidade de ambos interagirem e para isso, tirando partido da estrutura modular do Sistema, é necessária a criação de um servidor externo que comunica diretamente com os equipamentos e trata de os representar perante o Sistema.

### 3.2.1 Equipamento

O equipamento é constituído por vários componentes, um módulo GPS, um módulo GSM/GPRS, um micro-controlador e acelerómetro. Este, através da sua ligação à Internet, envia as informações que recolhe para os servidores externos.

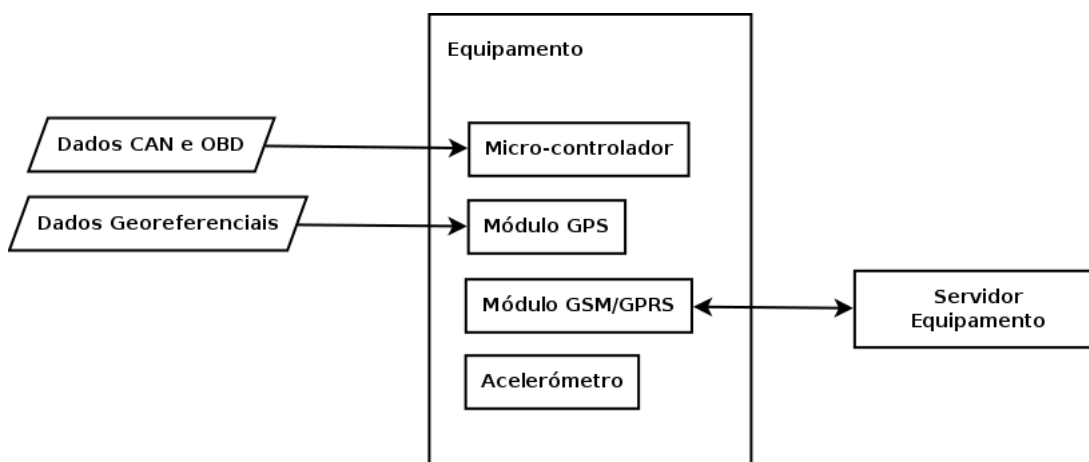


Figura 3.3: Esquema do Equipamento

### 3.2.2 Servidor de Receção

Este servidor possui mecanismos de envio e receção que permitem a interação do equipamento com o Sistema de Gestão. O servidor é responsável por traduzir a informação recebida do equipamento e por enviá-la para os servidores internos segundo um protocolo de comunicação específico sobre UDP ou TCP estando também à escuta de mensagens provenientes do *Backoffice* a alertar alterações na lista de equipamentos registados.

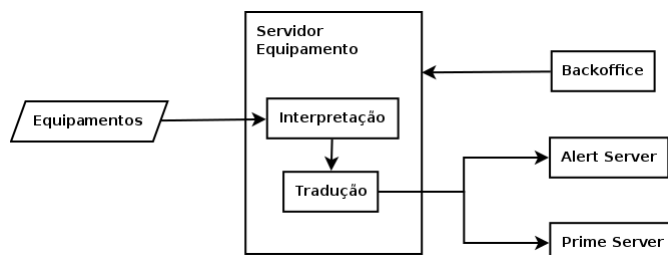


Figura 3.4: Servidor de Receção

## 3.3 Requisitos

Requisitos que permitem assegurar uma boa integração do novo equipamento na atual solução de gestão da GISGEO.

### 3.3.1 Equipamento

O equipamento deve respeitar os seguintes requisitos:

- RE001 Possuir um cartão SIM com uma APN disponível e configurada no equipamento.
- RE002 Capacidade de obter dados georreferenciais através de GPS ou GLONASS.
- RE003 Capacidade de obter dados CAN
- RE004 Ser de fácil instalação.
- RE005 Possibilidade de configurar o equipamento remotamente.
- RE006 Capacidade de receção de comandos de controlo via sms ou Internet.

### 3.3.2 Servidor de Receção

O servidor de receção deverá ser desenvolvido tendo em atenção os seguintes requisitos:

- RS001 Deverá ter um acesso estável à Internet.
- RS002 Responder a pedidos TCP/UDP escutando uma porta específica que permitirá o acesso remoto.

- RS003 Deverá interpretar na totalidade o protocolo de comunicação do equipamento especificado pelo fabricante.
- RS004 Deverá ser capaz de interpretar o protocolo de comunicação dos servidores internos GIS-GEO.
- RS005 Capacidade de aceder à Base de Dados para ler e guardar dados.
- RS006 Ser capaz de comunicar com os restantes servidores internos.
- RS007 O processamento de tramas de vários equipamentos deverá ser constante e sem falhas.
- RS008 Os dados devem ser salvaguardados na eventualidade da não disponibilidade dos outros servidores e/ou da Base de Dados.
- RS009 Deverá estar preparado para receber informações do *Backoffice* acerca de alterações de registos na Base de Dados



## Capítulo 4

# Desenvolvimento

Este capítulo é dedicado à descrição do equipamento integrado na solução das suas funcionalidades e do servidor de receção desenvolvido para interagir com o equipamento.

### 4.1 Equipamento

O equipamento FM500-Blue da empresa BCE (*Baltic Car Equipment*) foi o escolhido pela GISGEO para ser integrado no atual sistema GEOCAR por se mostrar ser uma mais valia para o serviço devido aos protocolos CAN que implementa e a sua relação qualidade/preço. O FM500-Blue é um equipamento capaz de determinar a sua posição, velocidade e direção através de GPS, obter dados de sensores externos por meio de entradas de sinal digitais e analógicas, controlar também elementos externos conectados às suas saídas e consegue efetuar leituras das informações que viajam nas linhas CAN sem a necessidade de adaptadores adicionais. O equipamento recorre à rede GSM/GPRS para transmitir informações e dados recolhidos sendo que este também permite, através da rede, atuar remotamente as suas saídas ou atualizar as suas configurações e *firmware*.

Também foi alvo de integração uma versão deste equipamento (a versão Light) sendo em todos os aspetos semelhante ao anterior contudo não possui a capacidade de obtenção de dados CAN.



Figura 4.1: Equipamento FM500-Blue

#### 4.1.1 Componentes e Características

O FM500-Blue, ilustrado na figura 4.1, é uma pequena caixa com 2.6 x 8 x 5.5cm e aproximadamente 73g que pode operar a temperaturas compreendidas entre -40°C e 85°C com consumos inferiores a 50mA a uma tensão de 12V ou inferiores a 8mA caso o equipamento esteja em modo *sleep*. Internamente o dispositivo é composto por distintos módulos.

- Módulo GPS U-blox Neo Q6
  - Suporta GPS Assistido.
  - Precisão horizontal de 2,5m.
  - Tempo de obtenção de primeira posição inferior a 30 segundos.
- Módulo GSM Telit GE865 Quad
  - Taxa de transmissão de dados até 88.5kbit/s por GPRS
  - Detecção de *Jamming*
- Interfaces
  - Conector USB
  - Quatro entradas digitais
  - Três entradas analógicas
  - Três saídas digitais
  - Interface CAN (J1939, SAE-1979)
- Memória Interna de 4Mb (150000 registos)
- Acelerometro LIS33DE

Na parte exterior do equipamentos é possível encontrar as suas interfaces bem como os conectores de antenas e os dois LEDs de diagnóstico, figura 4.2 e tabelas 4.1 e 4.2.

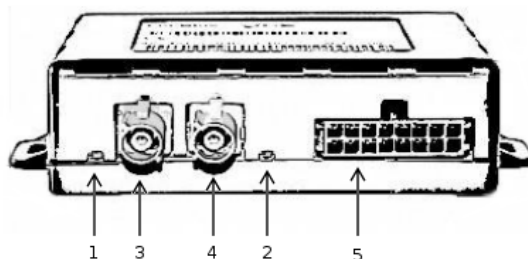


Figura 4.2: Elementos do equipamento FM500-Blue



#	Elemento
1	LED de estado do Equipamento
2	LED de diagnostico GPS e GSM
3	Conector para antena GPS
4	Conector para antena GSM
5	Socket de 2x8 pinos

Tabela 4.1: Tabela de descrição dos elementos da figura 4.2

Pino	Descrição
1	Porta EIA485 (A)
2	Porta RS23 (TX)
3	<i>CAN Low</i>
4	1-Wire
5	Entrada digital IN2 e analógica ADC4
6	Entrada digital IN3 e saída OUT1
7	Entrada digital IN4
8	Entrada digital IN5
9	Porta EIA485 (B)
10	Porta RS232 (TX)
11	<i>CAN High</i>
12	Entrada analógica ADC5
13	Entrada analógica ADC3 e saída OUT2
14	Saída OUT3
15	Ligação ao polo positivo da Bateria
16	Ligação à massa

Tabela 4.2: Pinos da Socket 2x8

#### 4.1.1.1 LED de diagnóstico

O LED de diagnóstico do equipamento mostra informação acerca do estado da ligação GSM e da qualidade do sinal GPS por meio de um código de impulsos longos (tabela 4.3) para informação acerca do modem GSM, e de impulsos curtos (tabela 4.4), para a do GPS, de forma intercalar. No caso particular do código de impulsos longos o menor número de impulsos implica o sucesso dos eventos com número de impulsos maior. Por exemplo se se observarem quatro impulsos longos isto significa que o equipamento arrancou, o modem GSM está ligado, o cartão SIM é válido e o registo na rede GSM foi efetuado com sucesso.

#### 4.1.2 Tipos de Informação

Os dados dos registos do FM500-Blue são guardados de forma sequencial segundo uma ordem estipulada por quatro índices intitulados de máscaras. Estas máscaras são formadas por dois bytes sendo que cada um dos dezasseis bits significa a presença, caso assuma o valor lógico 1, ou não, caso o valor lógico assumido for igual a 0, de determinado dado à exceção do ultimo bit que indica se no registo está presente a próxima máscara ou não.

# Impulsos	Significado
1	Modem com ligação ao Servidor
2	Modem com acesso à Internet
3	Registo GPRS efetuado com sucesso
4	Registo GSM efetuado com sucesso
5	Cartão SIM válido
6	Modem ligado
7	Arranque do equipamento

Tabela 4.3: Código Impulsos Longos

# Impulsos	Significado
1	Sem sinal GPS
2	Má precisão
3	Três satélites encontrados
N	N satélites encontrados
12	Doze satélites encontrados

Tabela 4.4: Código Impulsos Curtos

As mascaras organizam as seguintes informações:

- Coordenadas GPS, incluindo a velocidade de deslocação, o número de satélites encontrados, a precisão da medida, ângulo da deslocação, altitude e a distância percorrida.
- Estado das entradas digitais e analógicas.
- Informação acerca do estado da ligação GSM.
- Dados obtidos através da ligação às linhas CAN, segundo os protocolo J1939, J1979 e J1708.

A estrutura final do registo é então a seguinte:

LEN	Data Type	TIME	Mask(s)	Data
-----	-----------	------	---------	------

**LEN** - Número de bytes presentes no registo excluindo o campo **LEN**.

**Data Type** - Representa o formato usado na estrutura do registo, neste caso 7 que é o usado na versão do *firmware* mais recente.

**TIME** - Hora em que foi guardado o registo.

**Mask(s)** - Máscara ou máscaras presentes no registo.

**Data** - Todos os dados associados ao registo, segundo a ordem estipulada pelas mascaras como mencionado anteriormente.

### 4.1.3 Comunicação

Através de uma conexão à Internet e recurso ao SMS o equipamento envia os seus registos ou alertas para um destino pré configurado e está apto a receber também pequenas mensagens com

instruções para ações a tomar, por exemplo acionar uma saída ou alterações à configuração de base.

#### 4.1.3.1 Comandos SMS

O equipamento FM500-Blue está preparado para receber os seguintes comandos por SMS que têm de ser enviados seguidos de uma assinatura gerada a partir do texto a enviar e o IMEI do dispositivo que é gerado a partir de uma API fechada do fabricante.

- **R** - Reiniciar o equipamento.
- **L** - Reiniciar apenas o modulo GPS.
- **\_AT#REBOOT\_** - Reiniciar apenas o modem GSM.
- **P** - Bloquear o equipamento às configurações por defeito durante trinta minutos.
- **Z** - Força o equipamento a enviar o seu estado via SMS para um número pré configurado.
- **W<nome da APN>,<utilizador da APN>,<password da APN>,<endereço IP desejado>,<endereço do servidor remoto>,<porta do servidor>** - Definir as definições de conexão GSM/GPRS e endereço do servidor recetor de dados, exemplo *Winternetm2m,,0.0.0.0,192.168.1.255,12345* o valor para endereço IP 0.0.0.0 significa a aquisição de endereço automática.
- **G** - Formatar a memória interna apagando todos os registos não enviados.

#### 4.1.3.2 Protocolo de Comunicação

O protocolo de comunicação da BCE define os formatos de mensagens, tramas, que servem para encapsular os registos ou comandos a ser enviados do equipamento para o servidor e vice-versa que por sua vez são transmitidos através da Internet por TCP ou UDP.

- Envio de registos de equipamento para o servidor

Device Number	LEN	Service ID	Confirmation Key A	Data Structure	CS
---------------	-----	------------	--------------------	----------------	----

**Device Number** - IMEI do dispositivo.

**LEN** - Numero de bytes presentes na trama excluindo os campos **Device Number**, **LEN** e **CS**.

**Service ID** - Descritivo do tipo de trama, neste caso assume o valor 0xA5.

**Confirmation Key A** - Numero de tentativas de envio da trama.

**Data Structure** - Registo a enviar segundo o formato descrito no ponto [4.1.2](#).

**CS** - *Checksum*, somatório de todos os bytes presentes na trama, excluindo o próprio.

Device Number	LEN	Service ID	Confirmation Key B	CS
---------------	-----	------------	--------------------	----

- Trama de confirmação de registos recebidos

**Service ID** - Assume o valor 0x19 por se tratar de uma trama de confirmação.

**Confirmation Key B** - Resultado da operação de multiplicação lógica entre **Confirmation Key A** da trama a confirmar e 0x7F.

- Envio de registos do equipamento para o servidor sem confirmação

Device Number	LEN	Service ID	PAD Byte	Data Structure	CS
---------------	-----	------------	----------	----------------	----

**Service ID** - Assume o valor 0xA0 por se tratar de uma trama de registos sem necessidade de confirmação.

**PAD Byte** - Este campo assume sempre o valor 0.

- Comando para alteração do estado das saídas

Device Number	LEN	Service ID	OutputID	UniqueID	FormID	Data	CS
---------------	-----	------------	----------	----------	--------	------	----

**Service ID** - Assume o valor 0x41 que representa o controlo de saídas.

**OutputID** - Representa a saída a atuar e aceita os valores 0x00, 0x01, 0x02 para representar as três saídas.

**UniqueID** - Identificador único da instrução, podendo assumir o valor de um contador de instruções enviadas.

**FormID** - Valor a apresentar, 0x00 ou 0x01, na saída especificada em **OutputID** durante o tempo especificado no campo **Data**.

**Time** - Tempo descrito em múltiplos de dez milissegundos.

- Trama de confirmação de alteração de saídas

Device Number	LEN	Service ID	OutputID	CS
---------------	-----	------------	----------	----

**Service ID** - Com o valor 0xC1 por se tratar de uma trama de confirmação de alteração de saídas .

O protocolo também permite o envio de várias mensagens no mesmo pacote juntando-as sequencialmente a seguir aos campos **Device Number** e **LEN** e antes do campo **CS** resultando a trama seguinte no caso do envio de três mensagens. Aqui o campo **LEN** corresponde ao com-

Device Number	LEN	Mensagem #1	Mensagem #2	Mensagem #3	CS
---------------	-----	-------------	-------------	-------------	----

primento de todas as mensagens e estas são as descritas nos pontos anteriores não contendo os

campos **Device Number**, **LEN** e **CS** que são comuns à trama inteira. No envio de múltiplas mensagens num só pacote a confirmação não se efetua mensagem a mensagem mas sim à totalidade das mensagens enviadas sendo a confirmação da primeira mensagem contida no pacote o suficiente para confirmar a recepção de todas as presentes.

## 4.2 Servidor de Recepção

Este servidor foi desenvolvido na linguagem de programação orientada a objetos Java no âmbito deste projeto para a integração do equipamento FM500-Blue na solução de gestão de frotas da GISGEO por se tratar da linguagem que a mesma já utiliza nos restantes servidores.

O servidor é composto por três processos residentes que são lançados após o arranque do programa e estão responsáveis por manter internamente uma associação entre viaturas e equipamentos receber e interpretar as mensagens provenientes de equipamentos instalados e pela transmissão das informações recebidas para os restantes servidores internos segundo o protocolo de comunicação interna da GISGEO, o Protocolo Prime.

### 4.2.1 Protocolo Prime

O Protocolo Prime serve para uniformizar o formato das mensagens de informações provenientes dos equipamentos instalados, neste caso FM500-Blue, para um formato único facilmente interpretado por todos os servidores internos o que adiciona um nível de abstração entre os equipamentos e os servidores internos que necessitam apenas de saber interpretar um protocolo. Cada modelo de equipamento tem então um servidor associado que se encarrega de converter a sua estrutura de dados para o formato interno único.

Segundo este protocolo as mensagens são *strings*, vetores de caracteres, que seguem a seguinte estrutura que encapsula três blocos os quais contêm a informação uniformizada:

Porta	#	Identificação	#	Localização	#	Extras	#	CRC
-------	---	---------------	---	-------------	---	--------	---	-----

- **Porta** - Corresponde à porta de escuta que o servidor usa para receber dados dos equipamentos, servindo também para a identificação do mesmo perante o sistema pois cada porta está associada a um modelo de equipamento e servidor diferentes.
- **Identificação** - Bloco onde se encontra a identificação do equipamento.
- **Localização** - Bloco onde vai descrita a informação acerca localização presente no registo recebido do equipamento identificado no campo anterior.
- **Extras** - Bloco reservado para informações adicionais, como o estado da ignição e dados CAN. Este campo pode ou não estar presente.
- **CRC** - Campo destinado ao código de verificação de redundância cíclica *CRC16* segundo o polinómio  $x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$  de toda da mensagem gerada permitindo assegurar que a mesma não é adulterada durante a transmissão.

Os três blocos são estruturados da seguinte forma:

- **Identificação**

I		Identificador		Tipo de gravação		Evento
---	--	---------------	--	------------------	--	--------

Daqui resulta uma mensagem com este formato **I|356307042271683|Normal|2** em que o tipo de gravação corresponde a *Normal* ou *Fail* consoante o veículo/equipamento é reconhecido ou não respetivamente e o **Evento** corresponde a um dos valores presentes na tabela 4.5.

- **Localização**

L		Data		Hora		Lat.		Long.		Vel.		Ângulo		Altitude		Satélites		Hdop
---	--	------	--	------	--	------	--	-------	--	------	--	--------	--	----------	--	-----------	--	------

Desta formatação resulta uma mensagem com a seguinte estrutura **L|27;3;2015|12;0;12|41.1731296|-8.5962808|0.0|0.0|127|10|-1.0** em que os campos **Data** e **Hora** têm os seus atributos Dia Mês Ano e Hora Minuto respetivamente, separados por um ponto-e-virgula.

- **Extras**

F		ID		Valor		...		ID		Valor
---	--	----	--	-------	--	-----	--	----	--	-------

Caso exista alguma informação extra presente no registo esta é iniciada segundo a tabela 4.6 e especificada neste bloco resultando uma mensagem com este aspeto **F|100;1|101;179**.

Evento	Descrição do Evento
1	Ignição
2	Tempo
3	Distancia
4	Ângulo
5	Movimento
6	Presença
7	Perda de corrente

Tabela 4.5: Tabela de Eventos do Protocolo Prime

Por fim e juntando os três blocos obtém-se uma mensagem *standard* compreendida por todos os servidores internos com o seguinte aspeto **55800#I|356307042271683|Normal|2#L|27;3;2015|12;0;12|41.1731296|-8.5962808|0.0|0.0|127|10|-1.0#F|100;1|101;179#** à qual é adicionado o valor calculado de verificação de redundância cíclica. A mensagem passa ainda por um processo de encriptação com a cifra *TripleDES* estando agora pronta para ser enviada.

ID	Descrição
100	Ignição
101	Odometro
102	Força sinal GSM
103	Voltagem da Fonte
200	Distancia percorrida
201	Rotações por minuto
202	Temperatura do liquido de arrefecimento
203	Posição do acelerador
204	Nível de combustível
205	Combustível gasto
206	Tempo que o motor está ligado
207	Quilometragem
208	Rácio de combustível
209	Economia de combustível
210	Estado da Tomada de Força (PTO)
300	Sensor de temperatura
301	Identificação de Condutor

Tabela 4.6: Tabela dos IDs de Extras do Protocolo Prime

#### 4.2.2 Índice de Viaturas/Equipamentos

Este processo inicia conectando-se diretamente à base de dados descarregando a lista de equipamentos associados a este servidor que são todos os equipamentos do fabricante BCE que estejam registados como ativos ou em testes na plataforma de gestão.

O processo mantém-se ativo no decorrer da execução do servidor estando à escuta de ligações via TCP provenientes da plataforma *Backoffice* que envia mensagens a informar de possíveis alterações ocorridas na base de dados. Estas são mensagens de texto simples com três campos, tipo, veículo e equipamento separados por um ponto-e-virgula.

Tipo	;	Veículo	;	Equipamento
------	---	---------	---	-------------

- **Tipo** - Descreve qual a ação a tomar na lista através de um de três símbolos.

**i** - Inserir uma nova entrada.

**u** - Alterar o equipamento associado a um veículo.

**d** - Remover uma entrada da lista.

- **Veículo** - Nome, marca ou matrícula do veículo.

- **Equipamento** - IMEI do equipamento associado ao veículo

### 4.2.3 Interpretação de Mensagens

O processo de interpretação de mensagens inicia um socket UDP que aguarda a chegada de pacotes provenientes dos equipamentos. À chegada de pacotes ao servidor este lança para cada um uma *thread* responsável pela leitura e interpretação do seu conteúdo segundo o protocolo do fabricante do equipamento descrito anteriormente no ponto 4.1.3.2. Terminado este passo todos os registos obtidos são então convertidos para o formato de mensagens interno segundo o Protocolo Prime descrito no ponto 4.2.1 sendo por fim adicionadas à fila de espera para o envio de dados para o PrimeServer (3.1.2) e para o AlertServer (3.1.3).

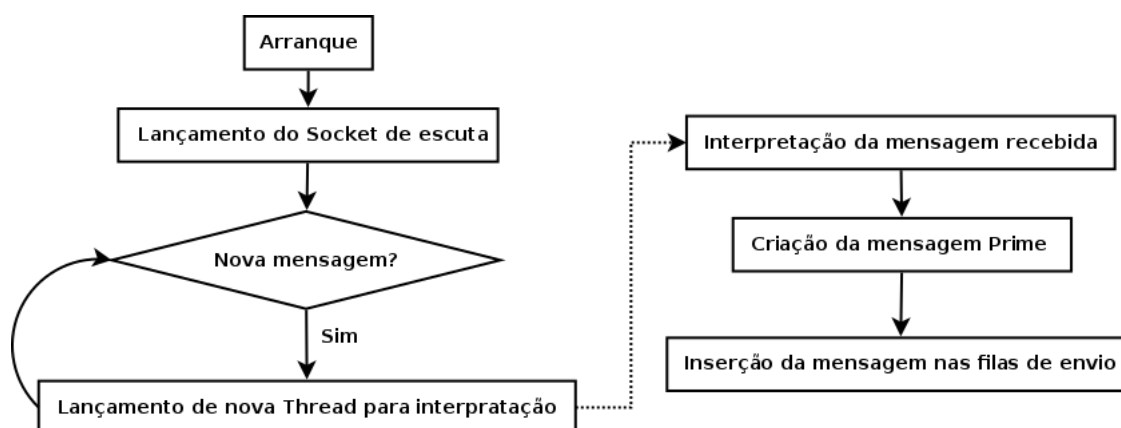


Figura 4.3: Processo de Interpretação de Mensagens

### 4.2.4 Envio da Informação

O terceiro processo responsável pelo envio da informação recolhida dos equipamentos para os servidores internos possui três filas às quais estão associadas uma *thread* responsável pela gestão das mesmas. As três filas armazenam as mensagens já tratadas prontas para serem enviadas para o PrimeServer, AlertServer e Base de Dados sendo que esta última fila não é preenchida diretamente pelo processo de interpretação de mensagens descrito na subsecção anterior.

#### 4.2.4.1 Gestão da fila do PrimeServer

Esta *thread* de gestão verifica periodicamente se existe alguma mensagem à espera de ser enviada para o PrimeServer. Para cada mensagem encontrada é lançada uma nova *thread* que ficará responsável pelo envio por meio de um socket TCP da mensagem para o servidor sendo a mensagem removida da fila de espera. Caso o envio da mensagem falhe por algum motivo esta volta novamente para o topo da fila aumentando assim o rácio entre mensagens enviadas com e sem sucesso (este diminui a cada mensagem enviado com sucesso).

O rácio é também verificado a cada lançamento de uma nova *thread* de envio e caso este valor seja elevado o processo assume que há algo de errado com o PrimeServer e cessa as tentativas de envio, figura 4.4. Este evento desperta um alerta por SMS enviado através de uma API externa



para um número pré configurado a alertar a falta de comunicação com o PrimeServer e, para que não haja perda de informação, todas as mensagens que estão na fila são redirecionadas para uma outra, a fila de envio para a Base de Dados, em vez de haver tentativa de envio para o PrimeServer.

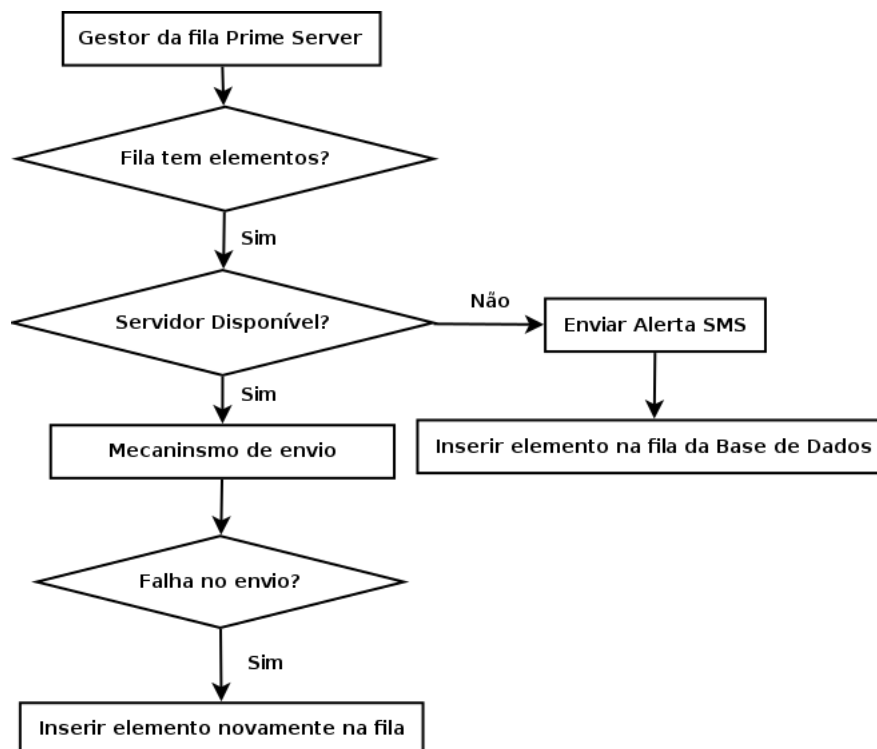


Figura 4.4: Gestão da fila do PrimeServer

Ainda neste estado, o processo está preparado para, após um período de tempo, também pré configurado, voltar a tentar enviar as mensagens que vão chegando à fila para o PrimeServer, reestabelecendo para tal efeito o valor do rácio para zero que faz o processo voltar ao modo de operação normal.

#### 4.2.4.2 Gestão da fila do AlertServer

A gestão desta fila é em tudo semelhante à anterior, ambas são alimentadas pelo processo de interpretação, mas ao contrário da anterior esta fila é gerida sem proteção de dados, isto é, quando é detetado que o AlertServer não está a responder é despoletado na mesma o alerta SMS mas as mensagens não transitam para a fila da Base de Dados estas apenas são reinseridas no topo da fila, figura 4.5.

Aqui, e devido à relevância temporal das mensagens atingindo um certo número de elementos, as mensagens presentes na fila começam a ser descartadas a partir do topo, isto assegura que as mais antigas são removidas primeiro, poupando recursos ao servidor.

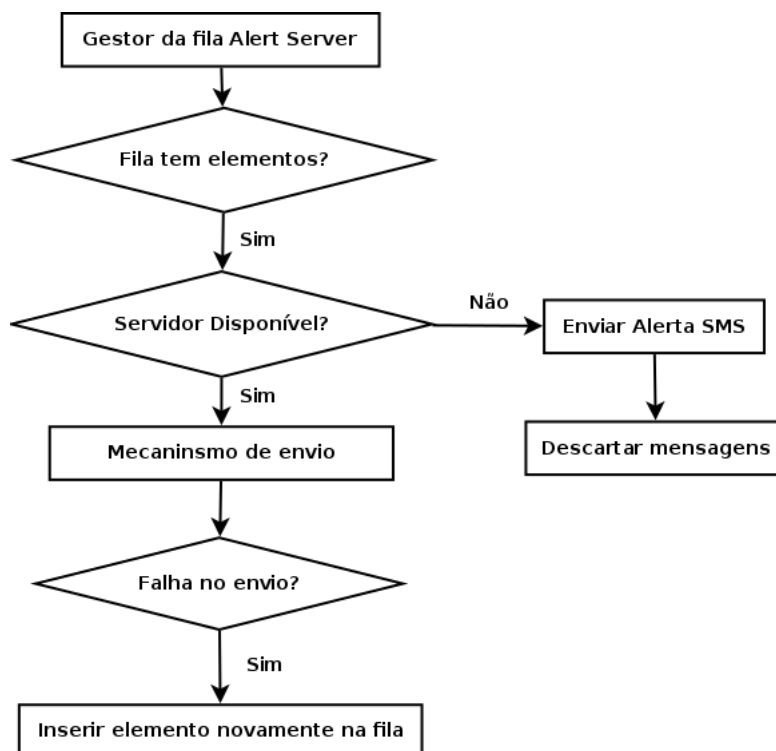


Figura 4.5: Gestão da fila do AlertServer

#### 4.2.4.3 Gestão da fila da Base de Dados

Esta fila, com uma gestão semelhante à do PrimeServer, é alimentada apenas caso o envio de mensagens para o PrimeServe esteja incapacitado por algum motivo.

Cada *thread* lançada para o envio de mensagens a partir deste mecanismo de gestão assume agora o papel de PrimeServer, que é o de interligar os servidores dos equipamentos e a Base de Dados. Estas interpretam o Protocolo Prime (descrito anteriormente no ponto 4.2.1) e criam o comando SQL a ser enviado para a Base de Dados e a ser executado pela mesma, figura 4.6.

Ao contrário do caso anterior aqui é importante a salvaguarda dos dados e, caso este mecanismo de envio falhe, é enviado um SMS de alerta e os comandos gerados para a inserção de dados na Base de Dados são guardados localmente num ficheiro de texto que pode mais tarde ser importado manualmente para a mesma.

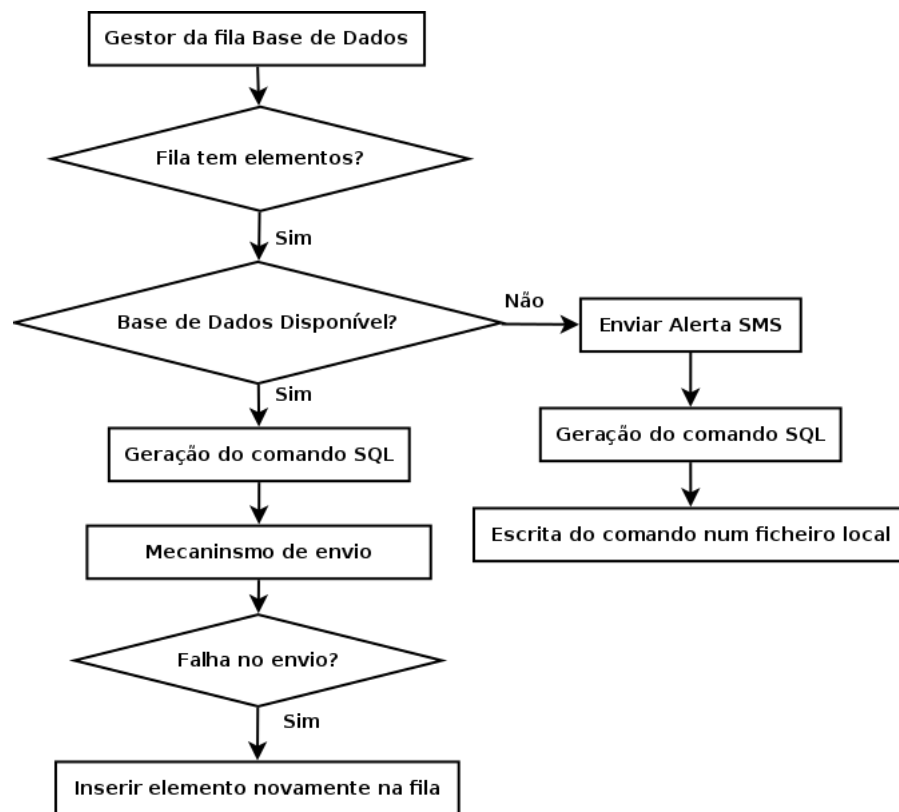


Figura 4.6: Gestão da fila da Base de Dados



## Capítulo 5

# Testes e Resultados

Este capítulo dedicasse à descrição dos testes e apresentação dos resultados da integração do equipamento FM500-Blue na solução de gestão de frotas GEOCAR.

### 5.1 Equipamento FM500-Blue

O desenvolvimento deste projeto de dissertação resultou na completa integração de um novo equipamento na solução de gestão de frotas oferecida pela GISGEO. Sendo possível através da plataforma GEOCAR visualizar os dados recolhidos pelo equipamento instalado em que a a representação dos percursos efetuados pelas viaturas são apresentados na plataforma por uma linha continua que interpola os vários pontos dos registos recebidos, como mostra a figura 5.1 onde se observa linhas de cores distintas que representam vários percursos da mesma viatura separados pelos pontos em que a mesma esteve parada.

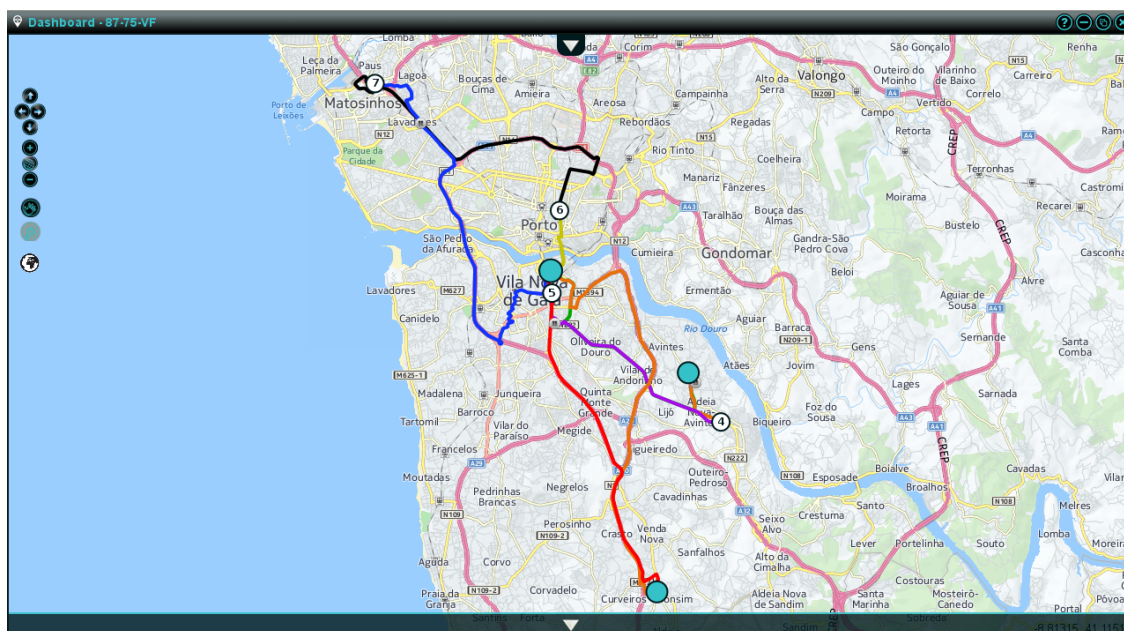


Figura 5.1: Resultado da Integração

### 5.1.1 Configurações do equipamento

Com a primeira instalação do FM500-Blue numa viatura, um *Renault Clio*, foi notório que seria necessário dar especial atenção às configurações de intervalos e condições para a recolha de dados do equipamento. Numa fase inicial o equipamento foi configurado para apenas registar a sua posição em intervalos de tempo de um minuto. Como se pode apurar na figura 5.2 a recolha de dados GPS segundo esta primeira configuração ocorre de forma bastante espaçada, resultando na obtenção de poucos pontos que leva ao desenho de percursos que não correspondem aos reais.



Figura 5.2: Resultados com configurações iniciais

Após algumas iterações foi encontrada uma configuração na qual o equipamento fica programado para registar a sua posição sempre que a primeira das seguintes condições se verificar:

- Ter passado um minuto desde o último registo.
- Ter sido percorrida uma distância de 750 metros desde o último registo.
- Ter havido um desvio na direção de 20°.

Com esta configuração são obtidos muitos mais registos do equipamento sendo visível na plataforma GEOCAR os percursos ilustrados na figura 5.3. Em comparação com o anterior é notório o aumento de qualidade da informação recolhida.

O aumento do número de registos que é gerado e enviado tem um impacto negativo no volume de dados gerados que aumenta substancialmente acarretando um maior custo perante o provedor de serviços de Internet. No entanto mesmo com um maior custo e um maior espaço ocupado em Base de Dados esta configuração é uma mais valia comercial pois permite apresentar uma representação mais fidedigna dos percursos efetuados pelas viaturas onde os equipamentos estão instalados.



Figura 5.3: Resultados com configurações melhoradas

### 5.1.2 Dados CAN

Por forma a testar as capacidades de recolha de dados CAN de viaturas o equipamento foi instalado também num camião *MAN TGX 440* do qual foi apenas possível recolher informação acerca de há quanto tempo está o motor ligado, figura 5.4.

AL.	Viatura	Estado	Condutor	Frota	Data/hora	T.ligado	Total km	T.comb.	Combust.	RPM	T.motor	Temperatura
357322040458371	0 km/h			Frota rfid	28-06-2015 22h 16m	2 h	166 km	--	0 l	0	-40°	--

Figura 5.4: Dados CAN extraídos

Com este teste foi possível apurar que este equipamento não é o ótimo para ser instalado neste modelo de viatura pois não extrai na totalidade os dados presentes na mesma, não mostrando implementar os protocolos específicos da viatura.

Até à data de escrita deste documento não foi possível a instalação do equipamento noutros modelos de viaturas por forma a testar a capacidade do mesmo de recolher dados presentes nas linhas CAN.

## 5.2 Servidor

O servidor de receção é o ponto chave da integração pois todos os dados passam e são processados pelo mesmo.

### 5.2.1 Leitura de Pacotes

A informação que chega ao servidor proveniente dos equipamentos chega sob a forma de um vetor de bytes onde estão contidos os registos. Segue-se um exemplo de uma mensagem recebida

com o valor em hexadecimal de cada byte separado por vírgulas:

83,bc,4a,85,fb,44,1,0,64,0,a5,ab,30,47,e8,e4,6d,7,c0,3,80,a,0,4c,a2,9,c1,a3,9c,24,42,0,38,87,8c,0,0,0,0,90,0,46,0,c,1,6,b2,20,10,62,0,52,0,0,0,0,0,0,0,1,30,e7,ed,e4,6d,7,c0,3,80,a,0,4c,a2,9,c1,a3,9c,24,42,0,49,8a,8c,0,0,0,0,90,0,4a,0,c,1,6,b2,20,10,62,0,4f,0,0,0,0,0,0,1,14,

O servidor interpreta a mensagem segundo o protocolo do fabricante (subsecção 4.1.3.2) decodificando os registos lá contidos, como no exemplo que se segue da decodificação do primeiro registo contido na mensagem:

```
Data
└─ IMEI:357322040458371
└─ LEN:100
└─ SERVICE:A5
└─ KEY:AB
└─ DATALEN:48
└─ DATATYPE:07
└─ TIME:Tue Apr 21 10:59:36 BST 2015
Masks
mask1: 1100000000000111
mask2: 1000000000000011
mask3: 0000000000001010
mask1
Coord. group1:
└─ longitude=-8.602123
└─ latitude=41.152966
└─ speed=0
└─ satellites=8
└─ hdop=1.5
└─ course=270
└─ altitude=140
└─ odo=0.0
```

Esta informação é então compilada segundo o formato especificado pelo Protocolo Prime (subsecção 4.2.1) resultando o seguinte vetor de caracteres:

55755#I|357322040458371|Fail|2#L|21;4;2015|9;59;36|41.1529655456543|-8.602123260498047  
|0.0|270.0|140|8|1.5#F|102;98|101;0.0#12862

A transformação do formato de mensagem enviada pelo equipamento para o formato de utilização interna gera uma mensagem final cerca de três vezes maior que a original. Pegando no exemplo apresentado anteriormente, na mensagem recebida o registo tem um tamanho de 48 bytes



que é traduzido para uma mensagem final com 133 bytes. Este aumento do tamanho das mensagens diminui a eficiência da transmissão da informação, no entanto aqui esta diminuição não tem impacto negativo nos servidores internos pois trata-se de uma mensagem já pré-processada com o intuito de ser trocada internamente entre os servidores, ou dentro da mesma máquina.

### 5.2.2 Desempenho

Para testar a estabilidade do servidor foram efetuados alguns testes de *stress*. Estes testes consistem no envio de grandes quantidades de mensagens para o servidor em curtos períodos de tempo para simular a chegada ao servidor de registos provenientes de múltiplos equipamentos. Após algumas iterações de testes numa máquina com 3GB de RAM e um processador com dois núcleos a 2GHz foram obtidos os seguintes resultados de utilização de recursos dispostos na tabela 5.1.

Mensagens enviadas	Consumo de memória
0	44Mb
1	50Mb
10	53Mb
100	68Mb
1000	106Mb
10000	319Mb

Tabela 5.1: Consumo de Recursos

Após uma análise destes dados é notório que o consumo de memória não é linear com o aumento da quantidade de ligações, e consequente volume de dados, que chega ao servidor como se observa no gráfico da figura 5.5. O impacto da receção de mil mensagens, que corresponde a uma implementação realista de equipamentos instalados pela GISGEO, apresenta um consumo de memória de 106MB que se traduz em sensivelmente 3.3% do total de memória disponível na máquina em que foi efetuado o teste. Mesmo num caso extremo, à chegada de dez mil mensagens em simultâneo, o impacto deste processamento leva o servidor a consumir 319MB de memória cerca de 10% da total disponível o que, como no caso anterior, é um valor reduzido.

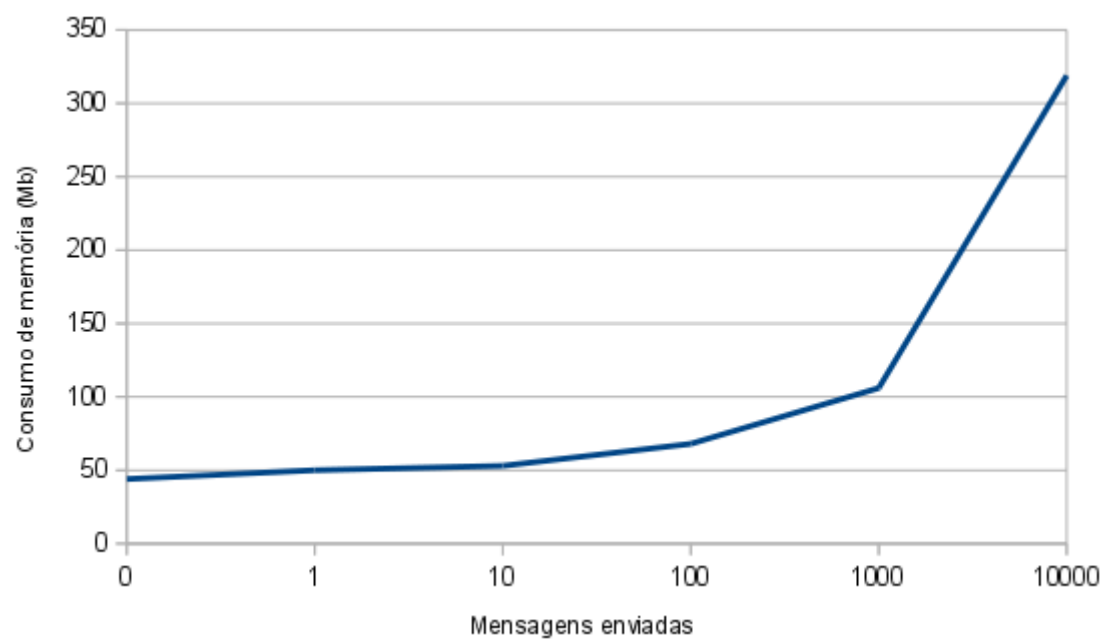


Figura 5.5: Consumo de Recursos

## Capítulo 6

# Conclusão e Trabalho Futuro

O resultado deste projeto corresponde aos objetivos previstos, foi integrado um novo equipamento, FM500-Blue da *Baltic Car Equipment*, na solução de gestão de frotas automóveis nos servidores de produção da GISGEO sendo possível através da plataforma GEOCAR visualizar as informações recolhidas e enviadas pelo mesmo.

Durante a integração do FM500-Blue foram detetadas algumas incoerências nos documentos de descrição de protocolos que levaram a uma incorreta interpretação dos mesmos numa fase inicial, falha colmatada com o recurso à equipa de suporte da *Baltic Car Equipment* que se mostrava por vezes relutante em partilhar certas informações, como o caso particular do algoritmo de geração da assinatura para os comandos SMS que obrigam que a cada comando que se deseje enviar para o equipamento seja necessário recorrer manualmente à plataforma de configuração do fabricante.

Como trabalho futuro será sempre pertinente estar atento aos novos equipamentos e fabricantes que surgem no mercado e estudar a viabilidade da integração dos mesmos na solução GEOCAR, tentando sempre obter um maior rácio de qualidade preço e alargar o suporte a um maior número de veículos no que diz respeito à recolha de dados CAN e OBD. Sendo este sistema maioritariamente baseado na recolha de grande volume de dados poderá ser interessante utiliza-los para mais do que a simples consulta. Recorrendo a técnicas de *data mining* poderão ser detetados padrões que levem à previsão de possíveis anomalias futuras ou à caracterização de hábitos de condução.



# Referências

- [1] Pilotage: Why Do We Need Pilotage Plans? Acedido em 26/04/2015. URL: <http://www.sailtrain.co.uk/pilotage/index.htm>.
- [2] N Bowditch. The American Practical Navigator. *Deffense Mapping Agency Hydrographic/Topographic*, (9):882, 2002. URL: <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:THE+AMERICAN+PRACTICAL+NAVIGATOR#4>.
- [3] Pratap Misra e Per Enge. *Global Positioning System: Signals, Measurements and Performance Second Edition*. Lincoln, MA: Ganga-Jamuna Press, 2006.
- [4] Bernhard Hofmann-Wellenhof, Herbert Lichtenegger, e Elmar Wasle. *GNSS—global navigation satellite systems: GPS, GLONASS, Galileo, and more*. Springer Science & Business Media, 2007.
- [5] James Bao-Yen Tsui. *Fundamentals of global positioning system receivers*. Wiley-Interscience, 2000.
- [6] Frank Stephen Tromp Van Diggelen. *A-gps: Assisted GPS, GNSS, and SBAS*. Artech House, 2009. <http://www.google.pt/books?id=stTSHdFhrFUC>.
- [7] Federal Aviation Administration. Federal Aviation Administration Specification for the Wide Area Augmentation System ( Waas ). 2001.
- [8] L Gauthier, P Michel, J Ventura-Traveset, e J Benedicto. EGNOS: the first step in Europe’s contribution to the global navigation satellite system. *ESA bulletin*, 105:35–42, 2001.
- [9] John Dunlop, Demessie Girma, e James Irvine. *Digital mobile communications and the TETRA system*. John Wiley & Sons, 2013.
- [10] Jochen H. Schiller. Mobile Communications Chapter 4: Wireless Telecommunication Systems, 2013. URL: [www.jochenschiller.de](http://www.jochenschiller.de).
- [11] Jörg Eberspächer, Hans-Jörg Vögel, Christian Bettstetter, e Christian Hartmann. *GSM-architecture, protocols and services*. John Wiley & Sons, 2008. <http://www.google.pt/books?id=rE4g39o0RxoC>.
- [12] The GSM Standard. Acedido em 28/02/2015. URL: <http://en.kioskea.net/contents/694-the-gsm-standard>.
- [13] Timo Halonen, Javier Romero, e Juan Melero. *GSM, GPRS and EDGE performance: evolution towards 3G/UMTS*. John Wiley & Sons, 2004. <http://www.google.pt/books?id=cgAroFIOyZIC>.

- [14] Information Sciences Institute. RFC 793 - Transmission Control Protocol, 1981. URL: <http://tools.ietf.org/html/rfc793>.
- [15] Information Sciences Institute. RFC 768 - User Datagram Protocol, 1980. URL: <http://tools.ietf.org/html/rfc768>.
- [16] CAN in Automation (CiA): CAN history. Acedido em 03/03/2015. URL: <http://www.can-cia.de/index.php?id=161>.
- [17] Keith Pazul. Controller area network (can) basics. *Microchip Technology Inc*, página 1, 1999.
- [18] Joaquim Ferreira e José Fonseca. Controller Area Network. *Industrial Electronics Handbook, Industrial Communication Systems*, 2011.
- [19] On-Board Diagnostic II (OBD II) Systems - Fact Sheet. Acedido em 27/02/2015. URL: <http://www.arb.ca.gov/msprog/obdprog/obdfaq.htm>.
- [20] Trouble-Codes. Acedido em 03/03/2015. URL: <http://www.trouble-codes.com/>.